

071

A

ZESPÓŁ ZROBOTYZOWANYCH SYSTEMÓW INTELIGENTNYCH

Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca doc. dr inż. Ryszard Sawwa

Wykonawcy: Jacek Dunaj, Elżbieta Paszewin

..... Marek Petz, Zbigniew Pilat

Badania i zastosowanie czujnika laserowego w tworzeniu map otoczenia dla robota samojezdnego przewidzianego do pracy w elektrowni atomowej.

Etap 2: Badania i ocena laserowego czujnika odległości (Laser Range Finder - LRF) pod kątem przydatności do realizacji tematu.

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca Temat realizowany ze środków Unii Europejskiej,

we współpracy z EDF i ULB w ramach budżetu Projektu IMPACT-PECO

doc. dr inż. R. Sawwa

mgr inż. Z. Pilat

Z-ca dyr. d/s Badań i Rozwojowych

dr inż. J. Jablkowski

Pracę zakończono dnia 30.05.1995

Nr arch. 4210

Nr zlecenia 1482E

A

Analiza deskryptorowa

Roboty mobilne, czujniki odległości laserowe

Abstrakt

W sprawozdaniu ujęto metody i wyniki badań laserowego czujnika odległości firmy TRC (USA), pod kątem możliwości jego zastosowania do tworzenia map otoczenia dla nawigacji robota mobilnego przeznaczonego do pracy w elektrowniach atomowych.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Rozdzielnik

Egz. 1. ZSI

Egz. 2. ZSI

Egz. 3. OIN

SPIS TREŚCI

1. Wstęp.
2. Niezbędne cechy użytkowe LRF.
3. Sposób przeprowadzenia badań.
4. Wyniki badań LRF.
5. Ocena LRF pod kątem przydatności do realizacji tematu.
6. Wnioski.
 Załączniki.

1. WSTEP

Celem Projektu IMPACT jest uzyskanie taniego, małego robota mobilnego "IMP" przeznaczonego do badań inspekcyjnych w przemyśle nuklearnym, a w szczególności do misji inspekcyjnych w elektrowniach atomowych. Robot ten ma być użytkowany przez personel elektrowni atomowych do pierwszych inspekcji i głównie utworzenia obrazu skażeń promieniotwórczych. Z tego względu robot ma być wyposażony w czujniki promieniowania. Przewiduje się także możliwość jego użycia jako jednorazowego, tzn. po wykonaniu misji inspekcyjnej może być przeznaczony do likwidacji.

Zadania interwencyjne mają być realizowane przez ciężkie i drogie roboty interwencyjne. Lekki robot "IMP" może służyć również do obserwacji i monitorowania, jako pomoc w sterowaniu i pracy robotów interwencyjnych. Robot "IMP" będzie wyposażony w kamerę CCD.

Realizacja misji inspekcyjnych przez robot "IMP" wymaga określonego stopnia jego samodzielności i z tego względu robot będzie wyposażony w czujniki tworzące mapy otoczenia robota oraz układ nawigacyjny, pozwalający na wykonywanie przez robot przemieszczeń między przeszkodami i wzdłuż zadanej trajektorii.

Głównymi czujnikami, pozwalającymi tworzyć mapy otoczenia będą czujniki ultradźwiękowe i laserowy czujnik odległości Laser Range Finder (LRF). W ramach budżetu projektu IMPACT-PECO, w części realizowanej przez PIAP, zakupiono, w ślad za wyborem ULB i EDF, czujnik LRF z amerykańskiej firmy Transitions Research Corporation (TRC).

Czujnik ten jest urządzeniem wykonanym w ramach serii prototypowej i jest jeszcze niedopracowany, głównie w zakresie oprogramowania. Został wybrany ze względu na stosunkowo niską cenę - ok. 8000 USD. Czujnik laserowy odległości, pozwalający tworzyć obrazy otoczenia 3D, produkcji niemieckiej kosztuje ponad 100.000 USD. Czujnik laserowy firmy TRC, po dostawie nie działał i niezbędna była jego naprawa u producenta, której dokonano w marcu b.r.

Ze względu na prototypowość czujnika, PIAP był zmuszony realizować pracę z nim związane przy znacznie większym nakładzie pracy niż przewidywano. Również z tego względu, terminy pośrednie harmonogramu tematu opracowanego przy rozpoczęciu pracy nie mogą być dotrzymane. Terminy ostateczne tematu, przy dużym nakładzie pracy, mogą, jak obecnie można ocenić, być dotrzymane.

Prace mające na celu utworzenie zestawu sprzętowo-programowego do badania LRF były zrealizowane w ramach umowy 164/94 z dnia 94.09.01, pt "Przygotowanie i eksploatacja zestawu sprzętowo-programowego do badań laserowego czujnika odległości (LRF)".

2. NIEZBEDNE CECHY UŻYTKOWE LRF

Do realizacji zadań inspekcyjnych robota "IMP", w oparciu o dane z czujnika laserowego, niezbędne jest, aby czujnik ten posiadał następujące, główne cechy użytkowe:

- mierzył odległość do otaczających go struktur i przedmiotów, w tym przeszkód ruchomych, z określoną, t.j. znaną dokładnością,
- przysyłał dane pomiarowe do pierwszej części systemu oprogramowania robota, a mianowicie systemu tworzenia map otoczenia,
- mierzył odległość w określonym kącie skanowania w płaszczyźnie poziomej, co pozwala budować mapy 2D,
- mierzył także odległość w określonym kącie skanowania w płaszczyźnie pionowej, co pozwala budować mapy 2,5D i 3D,
- pomiar odległości winien być realizowany aż do określonej odległości, nie mniejszej niż 6-12 m,
- pomiar odległości powinien być prawidłowy dla takich rodzajów powierzchni i materiałów, jakie występują w elektrowni, a więc ściany, podłoge, konstrukcje metalowe, drewniane i z tworzyw sztucznych,
- powinien posiadać określoną rozdzielczość pomiaru, pozwalającą dostatecznie dokładnie wykrywać krawędzie i brzegi struktur.

Załącznik 1 zawiera parametry techniczne LRF, deklarowane przez TRC.

Załącznik 2 zawiera informacje o zakresach pomiarowych obejmujących pomiar odległości i intensywności odbicia promienia pomiarowego, uzyskane w TRC.

Załącznik 3 zawiera wydruk programu demonstracyjnego LRF.

Załącznik 4 zawiera informację w zakresie napięć niezbędnych do prawidłowego zasilania LRF.

3. SPOSÓB PRZEPROWADZENIA BADAŃ LRF

W celu określenia podstawowych charakterystyk pomiaru odległości przez LRF, zastosowano następujący tryb badań czujnika:

Przy rozłączonej głowicy laserowej ustawiano w określonych odległościach materiały przeznaczone do zbadania. Zapisywano wskazaną przez laser odległość (dist) oraz siłę odbicia (gain). Odległość jest wyrażona w mm, siła odbicia w wartościach bezwymiarowych o zakresie zmian od 0 (brak odbicia) do 4095 (max. odbicie).

Pomiary te będą powtórzone dla lasera pracującego obrotowo w poziomie oraz w poziomie i pionie. Będzie to możliwe dopiero po całkowitym uruchomieniu łącza Ethernet bądź po przesłaniu przez TRC poprawionego trybu transmisji łączem RS232.

W celu odczytywania pomiarów, przy określaniu podstawowych charakterystyk, użyto połączenia między LRF i komputerem poprzez RS-232, wykorzystując poprawną część jego trybu pracy.

Zbadano dokładność pomiaru odległości do powierzchni z różnych materiałów i różnej strukturze powierzchni. Zbadano także prawidłowość pomiaru odległości do powierzchni nietypowych jak lustro i tworzywa ubraniowe.

4. WYNIKI BADAŃ LRF

1. Wyniki badań LRF w zakresie pomiaru odległości podane są w załączonych tabelach i na wykresach.

Generalnie LRF działa do odległości ok. 8 - 9 m, zależnie od rodzaju materiału (deklarowany zasięg wynosi 12 m).

Dla większości badanych materiałów (stal o różnej powierzchni, drewno, papier, powierzchnie lakierowane) wyniki pomiarów są racjonalne, z niedoszacowaniem rzędu 25%. Na ostateczną ocenę pomiarów, e szczególności w trybie 2D i 3D należy poczekać do czasu uruchomienia lasera pracującego obrotowo z łączem Ethernet.

Wyniki są poprawne również dla części nietypowych materiałów, jak wełna swetra, skóra ludzka itp.

Dla części materiałów wyniki są błędne:

a) Dla większości materiałów o powierzchni gładkiej, błyszczącej występuje brak pomiaru dla różnych odległości. LRF wówczas "nie widzi"

Pomiary przy odłączonej głowicy

Rodzaj materiału	Gain 0,5 m	Odległość 0,5 m	Gain 1 m	Odległość 1 m
biały papier	2900	320	2700	700
żółta okładka skoroszytowa	2600	320	2400	700
czarny papier	170	370	1800	750
brązowy plastik	400	370	1300	750
tworzywo sztuczne gr. 1mm półprzezroczyste	340	400	400	780
przezroczysta okładka	200-600	380	200-1600	800
blacha lakierowana pomarańczowa	2500	350	2500	750
blacha lakierowana szara	550	360	630	780
drewno (sklejka)	2800	350	2900	760
lustерko	300-800	800	18	1300
aluminium	2800	340	3400	700
wełna angora	2200	370	2100	750
szkło gr. 4 mm	20	400	13	800
gąbka	320	380	450	780
czarna guma	20	400	15	800
zardzewiałe żelazo	440	380	1400	700
kabel w osłonie z tworzywa	160	380	180	780
kabel w osłonie metalowej	90	400	20	800
ciemne szkło	11	1300	10	1500
ręka	700	350	800	700

Rodzaj materiału	Gain 1,5 m	Odległość 1,5 m	Gain 2 m	Odległość 2 m
biały papier	3565	1120	3665	1515
żółta okładka skoroszytowa	3315	1130	3595	1520
czarny papier	400	1140	930	1545
brązowy plastik	380	1140	300	1570
tworzywo sztuczne gr. 1mm półprzezroczyste	3815	1140	4095 3940	65535 1538
przezroczysta okładka	wchodzi w	nasycenie	przy 1,7 - 1,8 m	
50	1200	14	1650	
blacha lakierowana pomarańczowa	3350	1200	3400	1530
blacha lakierowana szara	1280	1150	2900	1535
drewno (sklejka)	3500	1140	3620	1530
lusterko	3250	2580	3530	1585
aluminium	3700	11400	3800	1535
wełna angora	2400	1160	1630	1560
szkło gr. 4 mm	30	1190	200	1550
gąbka	630	1160	1005	1570
czarna guma	20	1180	35	1600
zardzewiałe żelazo	180	1160	240	1570
kabel w osłonie z tworzywa	750	1190	1200	1560
kabel w osłonie metalowej	13	1250	830	1580
ciemne szkło	12	1700	3300	1500
ręka	1700	1150	1150	1500

?

Rodzaj materiału	Gain 3 m	Odległość 3 m	Gain 4 m	Odległość 4 m
biały papier	3500	2300	3400	3000
żółta okładka skoroszytowa	3300	2300	3200	3000
czarny papier	3600	2300	3400	3000
brązowy plastik	1200	2300	1800	3000
tworzywo sztuczne gr. 1mm półprzezroczyste	3000	2300	3500	3000
przezroczysta okładka	700	2300	3100	3100
blacha lakierowana pomarańczowa	3600	2300	3300	3000
blacha lakierowana szara	2400	2300	2500	3000
drewno (sklejka)	3400	2300	3500	3000
lusterko	1300	4600	2700	3000
aluminium	4000	2300-65500	4000	65500
welna angora	2800	2300	2700	3100
szkło gr. 4 mm	2400	2300	2900	3000
gąbka	1200	2300	800	3000
czarna guma	150	0	120	0
zardzewiałe żelazo	900	2300	900	3100
kabel w osłonie z tworzywa	470	2300	3100	4000
kabel w osłonie metalowej	90	0	20	0
ciemne szkło	1000	2300	11	0
ręka	1800	2300	2100	3100

Rodzaj materiału	Gain 5 m	Odległość 5 m	Gain 6 m	Odległość 6 m
biały papier	3200	3700	3100	4300
żółta okładka skoroszytowa	3000	3700	2900	4400
czarny papier	3400	3700	3200	4300
brązowy plastik	1200	3800	2100	4400
tworzywo sztuczne gr. 1mm półprzezroczyste	3100	3700	3200	4300
przezroczysta okładka	200-400	3800	300	0
blacha lakierowana pomarańczowa	3100	3700	2800	4300
blacha lakierowana szara	2200	3800	3400	4300
drewno (sklejka)	3200	3600	3300	4300
lusterko	600	3900	700	4300
aluminium	4000	3600	3100	4400
włna angora	2400	3800	2300	4400
szkło gr. 4 mm	1900	3800	2800	4300
gąbka	450	3700	400	4400
czarna guma	30	0	20	0
zardzewiałe żelazo	620	3700	600	4400
kabel w osłonie z tworzywa	170	0	500	4400
kabel w osłonie metalowej	15	0	200	0
ciemne szkło	11	0	10	0
ręka	1900	3700	800	4400

Rodzaj materiału	Gain 7 m	Odległość 7 m	Gain 8 m	Odległość 8 m
biały papier	2800	5000	2500	5600
żółta okładka skoroszytowa	2500	5000	2300	5600
czarny papier	2900	4900	2600	5650
brązowy plastik	300	5000	2100	0
tworzywo sztuczne gr. 1mm półprzezroczyste	2500	5000	3200	5500
przezroczysta okładka	700	5100	1200	5600
blacha lakierowana pomarańczowa	2400	4900	2200	5600
blacha lakierowana szara	1400	5000	1300	5700
drewno (sklejka)	500	4900	2600	5600
lusterko	100	5000	400-600	5900
aluminium	3800	4900	3200	5600
wełna angora	1800	5100	1100	5700
szkło gr. 4 mm	15	0	300	5700
gąbka	350	5000	240	5800
czarna guma	15	0	12	0
zardzewiałe żelazo	200	5100	100	0
kabel w osłonie z tworzywa	140	0-5100	30	0
kabel w osłonie metalowej	12	0	12	0
ciemne szkło	10	0	12	0
ręka	800	5000	900	5700

M

Rodzaj materiału	Gain 10 m	Odległość 10 m
biały papier	1200	0
żółta okładka skoroszytowa	1400	0
czarny papier		
brązowy plastik	30	0
tworzywo sztuczne gr. 1mm półprzezroczyste		
przezroczysta okładka		
blacha lakierowana pomarańczowa	1400	0
blacha lakierowana szara		
drewno (sklejka)		
lusterko	4000	0
aluminium		
wełna angora		
szkło (spodek)		
gąbka		
czarna guma		
zardzewiałe żelazo		
kabel w osłonie z tworzywa		
kabel w osłonie metalowej		
ciemne szkło		
ręka		260

cm ściana olejna ściana klejowa drzwi olejne białe

 Gain Odległość Gain Odległość Gain Odległość

10	2600	0	2400	0	2900	0
20	3600	0	2900	0	3600	0
30	3200	125	2900	140	3900	125
40	3400	220	2700	230	4000	240
50	3200	200-65000	2500	340	3900	300
60	2900	400	2500	430	3600	350
70	3400	500-65000	2600	520	3800	400-65500
80	400	550-65000	2600	570	3600	560-65500
90	2800	670	2650	650	3700	650-65500
100	3200	700	2700	730	3900	700-65500

tego materiału. I tak np. ciemne szkło nie jest widziane powyżej 4 m, folia z tworzywa sztucznego (o grubości ok. 1 mm) daje brak pomiaru w zakresie 1,7 - 1,8m, błyszczące aluminium daje brak pomiaru w odległości ok. 1,5 m i 4 m.

b) Dla lustra w zakresie odległości do 4m wyniki pomiaru są ok. dwukrotnie większe niż rzeczywista odległość. Powyżej tej wartości wyniki są poprawne, zbliżone jak dla innych materiałów.

c) Kabel w oplocie metalowym "nie jest widziany" powyżej odległości ok. 2 m. Do tej odległości wyniki są poprawne. Inne materiały metalowe dają wyniki poprawne w całym zakresie pomiarów.

d) Nie jest widziana również czarna guma i to poczynając od niewielkiej odległości ok. 2 m.

2. Błąd systematyczny pomiaru LRF daje większy zakres bezpieczeństwa pracy robota mobilnego (LRF wskazuje mniejszą odległość do przeszkody niż odległość rzeczywista).

5 OCENA LRF POD KĄTEM PRZYDATNOŚCI DO REALIZACJI TEMATU

1. Wyniki badań wskazują, że zastosowanie LRF do tworzenia map 2D, 2,5D i 3 D jest możliwe, pod warunkiem uzupełnienia dokumentacji łącza Ethernet i wykonania oprogramowania tworzącego zbiory danych pomiarowych i przekazującego je na wejście do oprogramowania tworzącego mapy otoczenia.
2. Przy zastosowaniu LRF, muszą być uwzględnione te cechy pomiarów, które wynikają ze sposobu pomiaru i źródła laserowego, a więc m.in. takie cechy jak pomiar odległości do powierzchni szklanych i lustrzanych.
3. Kąt skanowania poziomego 0° - 180° ogranicza, ale nie uniemożliwia zastosowanie LRF.
4. Firma TRC obiecuje poprawić oprogramowanie LRF w terminie "do końca lata", co w jej zamierzeniu ma umożliwić pomiar odległości w płaszczyźnie poziomej w zakresie 0° - 360° , jak też usunąć błąd w oprogramowaniu RS-232.
5. Na obecnym etapie badań wydaje się, że LRF nie może być jedynym czujnikiem stosowanym do nawigacji robota mobilnego.

6. WNIOSKI

1. Oprogramowanie łącza RS-232 w sterowniku LRF jest wadliwe. Kąt skanowania poziomego jest podawany nieprawidłowo i nie zmienia się podczas zmiany tego kąta.
2. Łącze Ethernet nie jest dostatecznie udokumentowane t.j. brak jest części programów źródłowych.
3. Zasilanie LRF, zapewniające jego prawidłowe działanie, jest różne od podanego przez TRC.
4. Błędy w oprogramowaniu LRF oraz brak informacji w zakresie przesyłania danych poprzez Ethernet opóźniają realizację tematu.
5. Niezbędne są prace mające na celu uzyskanie zbiorów danych z łącza Ethernet do tworzenia map.
6. Konieczne jest dalsze interweniowanie w TRC celem uzyskania poprawnego oprogramowania RS-232, niezbędnych danych w zakresie łącza Ethernet oraz uzyskania pomiarów w poziomie w zakresie 0° - 360° .

Załącznik 1

Załącznik: Dokumentacja LRF z TRC

TRC

LightRanger™

The TRC LightRanger Light Direction and Ranging (LIDAR) system delivers accurate, low noise range information from an actively scanned infrared laser beam. LightRanger locates walls, floors, carpet and moving obstacles, including objects missed entirely by acoustic techniques.

The LightRanger senses and reports the location of objects in the volume surrounding the sensor. A rotating and nodding mirror scans the beam in an ascending and descending spiral pattern that sweeps 360° in azimuth and 45° in elevation. The sensor measures distance by comparing phase of the returned signal with that of the transmitted beam. The TRC microprocessor reports range, bearing, and elevation data to your host computer via either an Ethernet or RS232 link.

LightRanger automatically compensates for ambient light and the temperature of the sensor to ensure accurate readings under a variety of operating conditions.

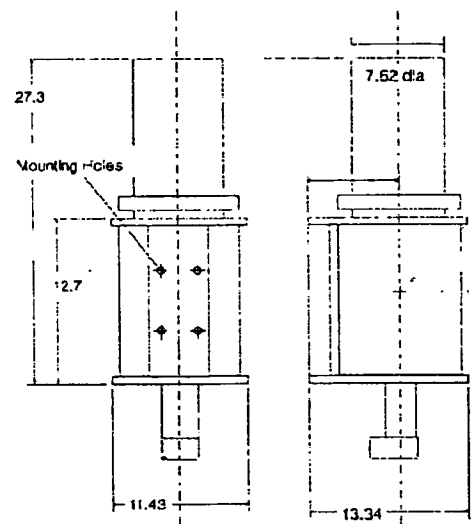
S P E C I F I C A T I O N S

Range	0 to 12 m
Wavelength	infrared (780 nm)
Optical Output Power	6 mW maximum
Optical Output Beam	3.0 mm dia, 0.5 mrad divergence
Resolution	5 mm
Accuracy	25 mm
Sampling Rate	25 KHz
Field of View	360° azimuth, 45° elevation
Angular Resolution	0.18°
Horizontal Sweep Rate	200-900 rpm
Vertical Nod Rate	one 45° cycle per 10 revolutions
Enclosure	13 x 13 x 35 cm (scan unit) 30 x 26 x 5 cm (electronics)
Weight	2 kg
Power Requirements	0.5 A @ 12 VDC 0.1 A @ 5 VDC

Notes:

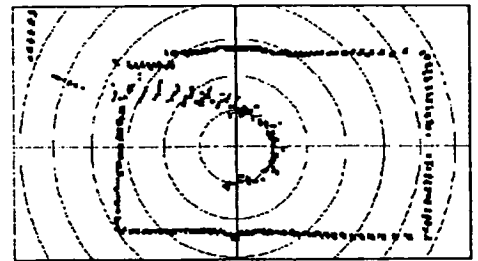
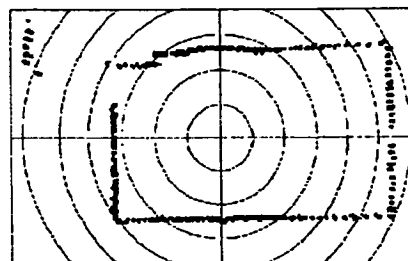
1. Resolution, accuracy, and sampling rate data are based on the recommended horizontal sweep rate of 600 rpm.
2. Ethernet interface required for maximum data throughput.

One servomotor drives the scanning and nodding motions. The nodding action is derived through differential gearing from the scanning motion. The user can mechanically disable nodding to provide scanning in a horizontal plane or at a fixed elevation angle. Laser power is interlocked with the motor drive, so the laser can operate only when the motor is physically turning. U.S. Federal Class I (eye-safe) certification is pending.



Mechanical detail

LightRanger data plotted from scans of a room are shown in the figures below. An open door at the upper left and a wall in the corridor detected through the doorway are clearly discernible in the image on the left. On the right a trail has been left behind by a moving obstacle, in this case a person.





W. Stuart Lob
Senior Engineer
email: lob@trc.com

TRANSITIONS RESEARCH CORPORATION

SHELTER ROCK LANE · DANBURY CONNECTICUT · USA 06810-8159
Voice: +1 (203) 796-8988 extension 335
Fax: +1 (203) 791-1082

5 January 1995

Richard Sawwa
PLAP

Ref. POS/148/94
Subject: TRC Laser Range Finder.

Dear Dr. Saawa,

I have answers to your latest questions, along with another version of the user manual with additional information

1. During consultation with laser specialists at Warsaw Technical University we were warned that it is very easy to destroy the semiconductor laser if the exact, specific requirements for power supply are not kept. We have been advised not to supply LRF without complete user and service manual. That we ask you once again to send us promptly the full technical actual documentation and manual. Actually delivered LRF is absolutely useless.

The power supply requirements are shown in the attached manual. There are the ranges used by our own engineers and technicians on equipment identical to yours, without incident.

2. From received 3-page preliminary, prereleased information it is not possible to know the operation of unit, the format of information to be sent by Ethernet, the place of putting the nodding movement screw, the exact requirements for power supply etc.

The nodding mechanism is already enabled. The instructions are included in the event you disable the nodding by removing the screw and then wish to reinstate nodding operation.

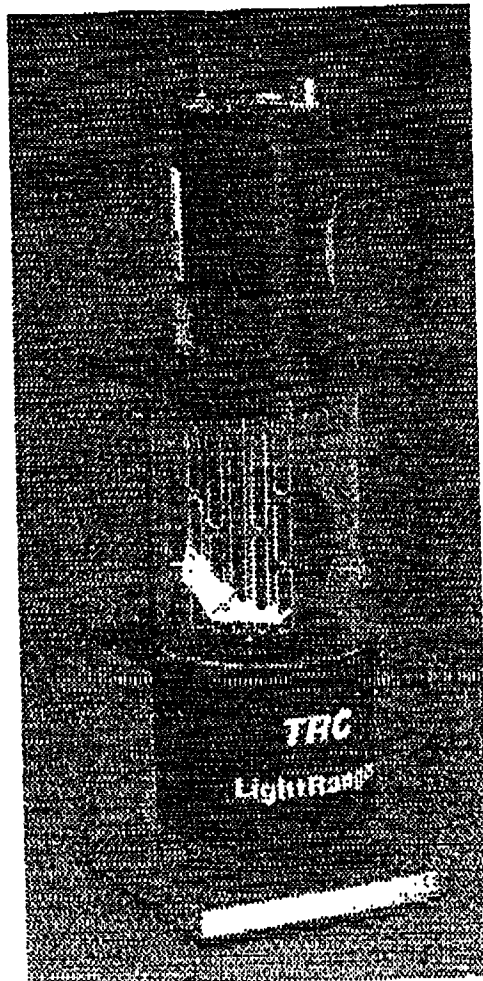
3. Do you have the power suppliers especially built for the LRF? If so, please send it us promptly. We have learned that power supplier should be an integral part of the laser. I am looking forward to hearing from you very soon.

We provide power to our components and the laser manufacturer's component as specified without any problems. Other laser vendors may have more stringent requirements that do not apply to this hardware.

Please review the attached manual. I will be out of the office for a week, so if you have immediate questions, please send email to "evans@trc.com" and "licari@trc.com."

Happy New Year and Best Regards,

Stuart Lob
TRC Transitions Research Corporation
Shelter Rock Lane
Danbury, Connecticut USA 06810-8159
Phone: +1 203 798 8988 extension 339
Fax: +1 203 791 1082
email: lob@trc.com



LightRangerTM User Manual

Version 0.2

TRC

Transitions Research Corporation

Shelter Rock Lane • Danbury, CT

06810-8159 • USA

Voice: +1 (203) 798-8988

Fax: +1 (203) 791-1082

Power Requirements

The LightRanger requires power as show in the following table:

<i>Voltage</i> (DC volts)	<i>Current</i> (Amps)	<i>Range</i> (DC volts)	<i>Noise</i> limit (mV p-p)
+5	1A	+4.5 to +5.5	10
+12	0.5	+9 to +15	10
-12	0.25	-13 to -11	10
+24	2A	+12 to +24	50

Note: The 124V input drives the scanning/nodding motor. If less than +18V is used on this input, the mechanism may have difficulty starting temperatures (< 10° C)

Power Connection

The power supply should be wired to the round 9 pin connector. The pin assignments are shown in the following table:

<i>Pin</i>	<i>Description</i>
1	Motor Power (+24 VDC)
2	No connection
3	+12 VDC
4	Motor Power Ground (GND)
5	No connection
6	Logic Ground (GND)
7	No connection
8	-12 VDC
9	+5 VDC

Data Connection

The LightRanger supports a 10-Base-T Ethernet connection via a BNC connector on the unit. Two serial ports are included on the controller.

There are two coaxial Ethernet connectors on the controller board. This allows the controller to be used as part of daisy-chain connection to additional devices on the same Ethernet cable. Jumper JMP1 on the controller board must be shorted (jumpered closed) when operated with a daisy-chain connection.

Laser Sensor Operation

WARNING

Do not operate the laser without the mirror in place and rotating. Under stationary and some operational conditions, the transducer is a Class IIIb laser device. See the Appendix for safety details.

Software Protocol

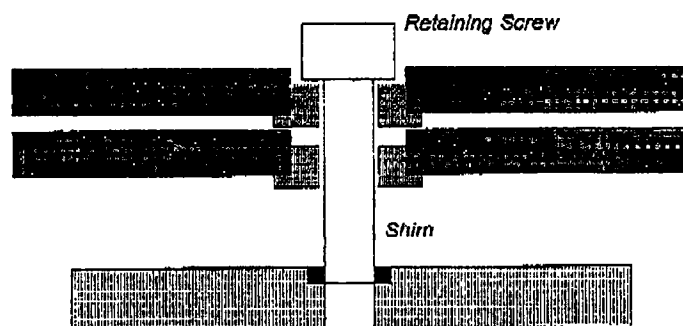
The software protocol requires

Demonstration Program

A graphical display program written for the Microsoft Windows environment is included. demonstration program. Source code for this program has been included on a floppy disk.

This software has been tested with packet drivers for Western Digital and NE2000 compatible hardware. The software should work with any packet driver that supports the Winsock standard.

If nodding gearset has been removed, reinsert by carefully threading the gearset downward until both gears are flush and fully engaged with the gearset on the nodding mechanism shaft.



Switching between Planar Sweep and Volume Sweep Modes

The LightRanger can be operated in either Planar Sweep or Volume Sweep Modes. Planar sweep mode disables the nodding mechanism so that the laser beam rotates through a plane. In Volume Sweep mode, the beam is moves through a volume of rotation.

To disable Volume Sweep Mode, remove the retaining screw and gears.

To enable Volume Sweep Mode, insert the retaining screw and gears. Make sure that both sets of gears mesh properly and that the shim at the bottom of the retaining screw is set properly.

Starting and Operating the LightRanger

The following instructions apply to a LightRanger connected to an IBM PC compatible machine. The LightRanger can operate with any system that communicates via the Ethernet connection. The example software supplied by TRC is setup up for use with Microsoft Windows 3.1 running under DOS.

Verify power connections and data connections to the controller box.

Apply power to the controller. The LightRanger should begin slowly rotating as it initializes.

Once the LightRanger accelerates to its operational velocity, the unit is ready to begin reporting data back to the host.

Using the Example Windows Software

TRC supplies a demonstration package that illustrates LightRanger commands and displays a graph of object data in real time.

242

Host Computer Requirements

The demonstration software requires the following:

- an IBM AT compatible system
- 80386 compatible processor with numeric coprocessor
- a 10 Base-T (thin wire) Ethernet card with BNC connection
- sufficient memory to run Microsoft Windows 3.1 in 386 Enhanced Mode
- Microsoft Windows 3.1

Setting Up the Computer

The host PC must be initialized with a low level driver to service the card, and a packet driver to allow Windows to access the Ethernet card.

TRC can supply low level drivers for NE2000 and Western Digital compatible cards.

Example: For an NE2000 card, the following two commands would be issued before running Windows. Note that no other networked adapter software should be loaded when operating the demonstration software.

In this example, the network card is set for IRQ 10 and the I/O base address is 0x320:

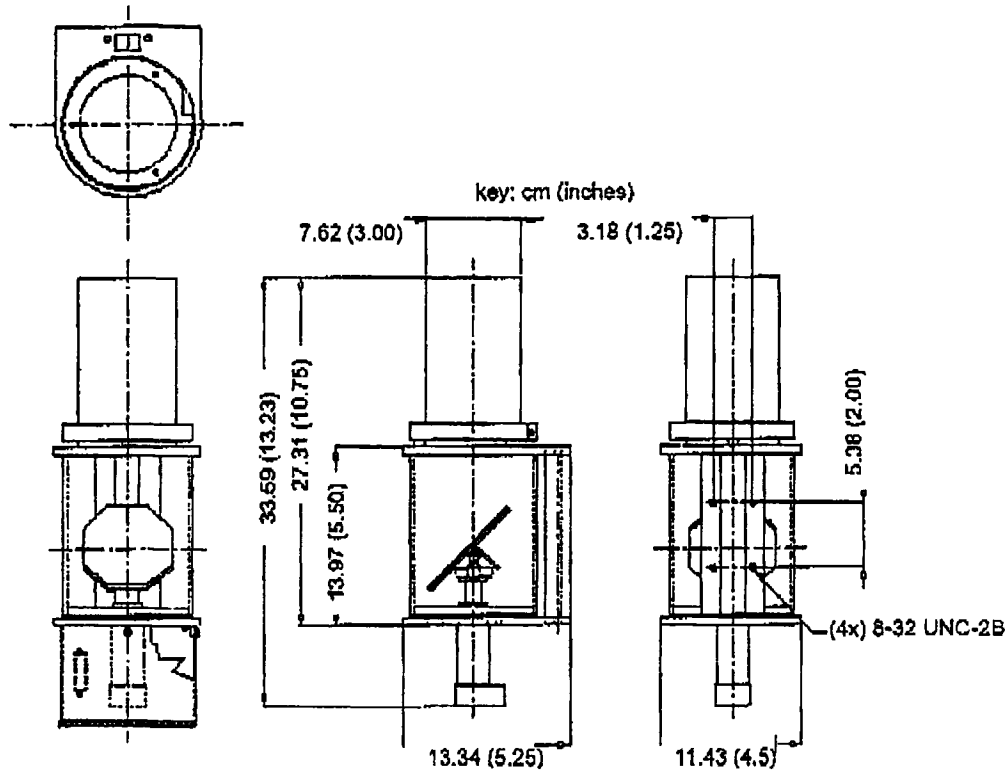
```
ne2000 0x60 10 0x320
winpkt 0x60
```

After running these two commands, enter Windows and run LIDAR.EXE to see the data displayed on the screen. The source code for this program is supplied on the floppy disk and can be modified to suit a particular application.

Warm Up Period

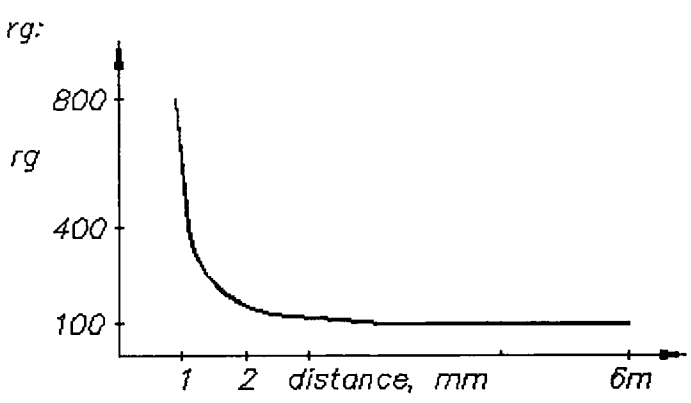
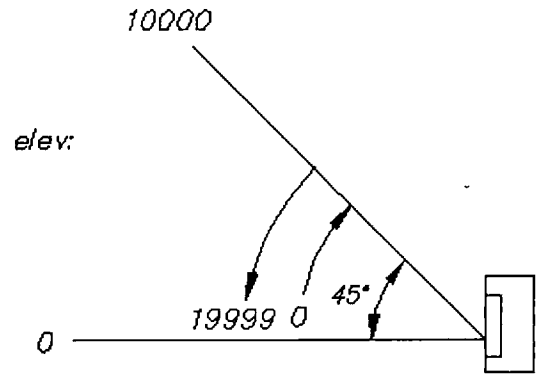
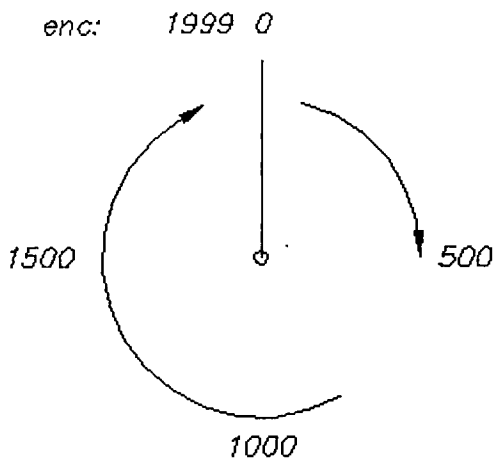
The sensing elements the LightRanger are temperature sensitive. The LightRanger is calibrated after it has reached a stable internal operating temperature. A five minute warm-up period before data acquisition will reduce temperature-related inconsistencies in the data.

Mechanical Drawing

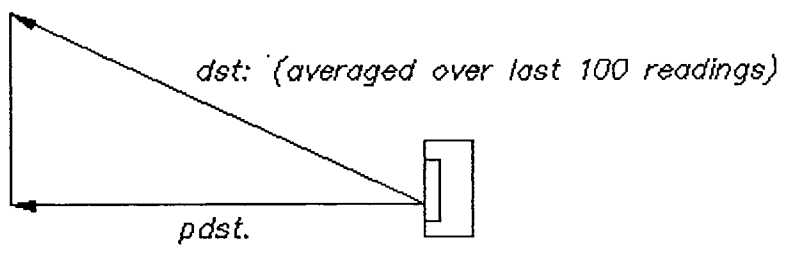


24

Zař. 2

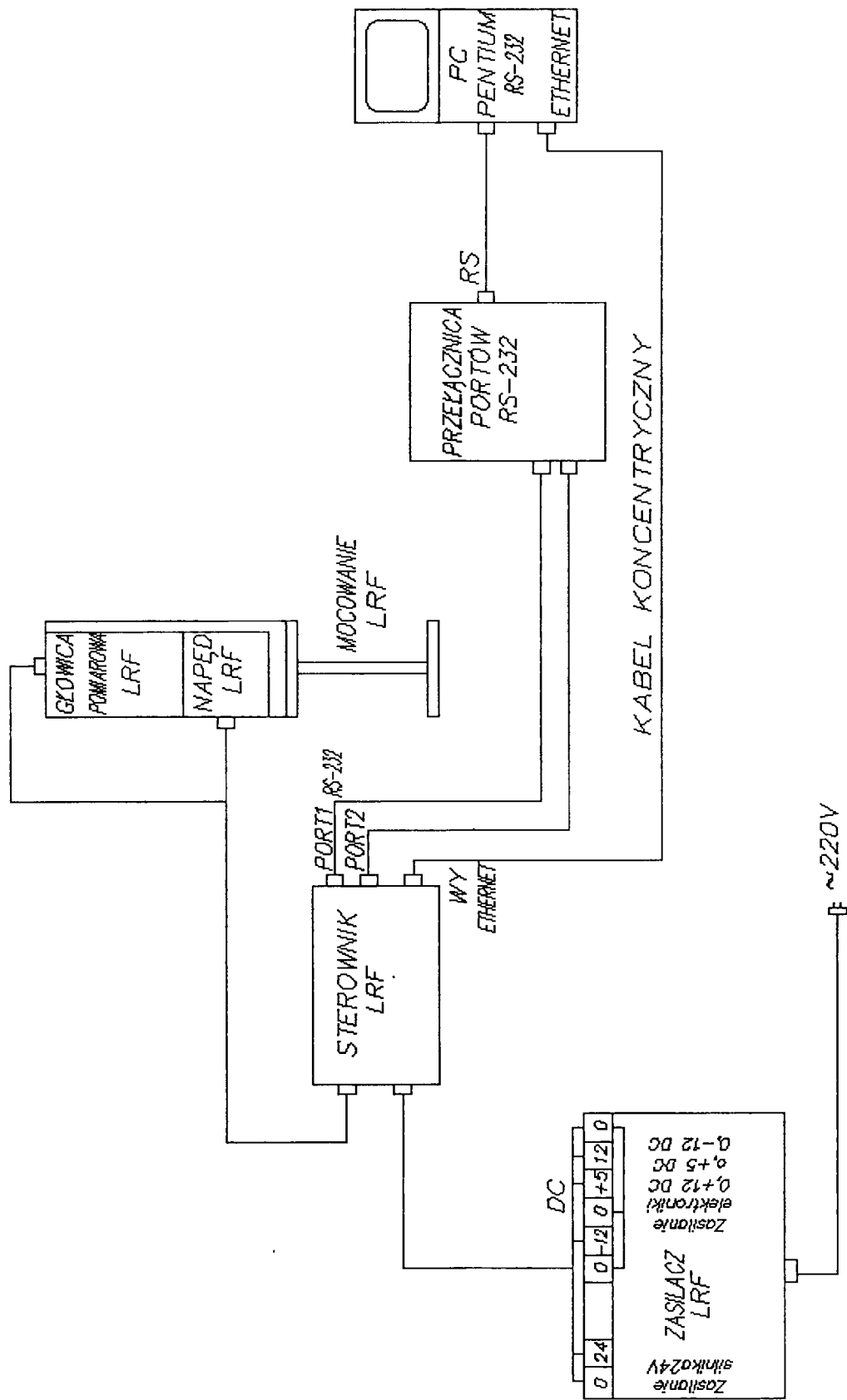


gain: (amplitude)
 weak 0 - 4095 strong
 usually 200 - 1000



Zał. 3

Zař. 4



RYS. SZKIC ZESTAWU SPRZĘTOWO-PROGRAMOWEGO DO BADAŃ LRF