

7103

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

440

ZESPÓŁ AUTOMATYKI ELEKTRONICZNEJ

BE10

Pracownia Elektronicznych Testerów

Główny wykonawca

mgr inż. Tadeusz Goszczyński

Wykonawcy

mgr inż. Czesław Godzisz

Tadeusz Jagóra

Kazimierz Szewczyk

Konsultant

doc. dr inż. Jacek Korytkowski

mgr inż. Jarosław Kowalski

Nr zlecenia

S 1439

Zbadanie możliwości systemu LONWORKS f-my Echelon wykorzystującego linie energetyczne jako linie sieci komunikacyjnej do zbierania danych w systemach przemysłowych i komunalnych
Etap 3:

Przeprowadzenie wybranych badań odporności na zakłócenia występujące w sieci energetycznej

Zleceniodawca

Praca statutowa PIAP

Pracę rozpoczęto dnia

1.01.94

zakończono dnia

30.06.94

Kierownik Pracowni

Z-ca Dyrektora ds. Badań i Rozwojowych

Kierownik Zespołu

mgr inż. T. Goszczyński

dr inż. J. Jabłkowski

doc. dr inż. J. Korytkowski

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 45

Egz. 1

BOINTE

rysunków

Egz. 2

ZAE-1

fotografii

Egz. 3

ZAE-3

tabel

Egz. 4

ZAE

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr.

7103

Analiza deskryptorowa

BADANIA LABORATORYJNE, ZAKŁÓCENIA, SYSTEM LONWORKS ECHELON

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera:
opis zakresu badań, wyniki badań oraz wnioski z badań odporności na zakłócenia zestawu PLE-30 systemu LPNWORKS firmy Echelon.

Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Zbadanie możliwości systemu LONWORKS firmy Echelon wykorzystującego linie energetyczne jako linie sieci komunikacyjnej do zbierania danych o systemach przemysłowych i komunalnych.
etap 1: Opracowanie materiałów firmy Echelon i wygłoszenie seminarium o systemie LONWORKS - nr rej. 7063
etap 2: Uruchomienie zestawu analizatorów komunikacji w sieci PLE-30 i wykonanie badań funkcjonalnych - nr rej. 7102

Spis treści:

1. Zakres badań.
2. Wyniki badań.
3. Wnioski.

1. ZAKRES BADAŃ:

Badaniom poddano zestaw PLE-30 Power Line Evaluation Kit systemu LonWorks firmy Echelon.

Zestaw ten składa się z dwóch urządzeń elektronicznych stanowiących dwa węzły komputerowej sieci transmisyjnej. Węzły te mają za zadanie przesyłanie informacji pomiędzy sobą wykorzystując jako ośrodek transmisji kable sieci zasilającej 220 V.

Badania funkcjonalne wykonano w schemacie połączeń zgodnym z dokumentacją User's Guide otrzymaną wraz z zestawem. W celu wykonania badań odporności na zakłócenia występujące w sieci energetycznej elementy zestawu zostały połączone ze sobą sztuczną siecią 220V z urządzeniami generującymi zakłócenia w tę sieć. Ta sztuczna sieć stanowiła jednocześnie ośrodek transmisji pomiędzy elementami zestawu PLE-30. Schematy połączeń przedstawiono na rysunkach.

PLE-30 to zestaw badawczy tzw. evaluation kit, zawierający węzeł sieci Lon typu LTS-10 z nadajnikiem Power Line Transceiver. LTS-10 jest połączony z komputerem -PC poprzez interfejs RS-232, poprzez który komputer wysyła polecenia przesyłania grup różnych przesyłek między dwoma węzłami sieci. Następnie komputer odczytuje z węzłów dane statystyczne o wykonywanej transmisji i zapisuje je do zbiorów, które prezentowane są w niniejszym sprawozdaniu.

PLE-30 jest zestawem przeznaczonym do nauki nie obudowanym i bez wbudowanych zasilaczy, o dużej powierzchni i długich ścieżkach doprowadzających sygnały na płytce drukowanej.

Został on wypożyczony z firmy Echelon na okres dwu tygodni w celu wstępnej analizy przydatności systemu LonWorks, tak więc badania wykonano w ograniczonym zakresie aby nie uszkodzić zestawu.

Należy w przyszłości przeprowadzić badania odporności na zakłócenia urządzeń systemu LonWorks w ich ostatecznej postaci i dla narażeń przewidzianych w dokumentach normalizacyjnych dla systemów automatyki przemysłowej.

.Przeprowadzone badania dotyczyły odporności na zakłócenia impulsowe występujące w kanale transmisyjnym wg normy IEC 801-4. dla serii impulsów nanosekundowych EFT/B o poziomie 500V i 1000 V.

Każde badanie trwało 5 minut, przy czym zakłócenia generowane były w tym czasie po 2 min na każdy przewód sieci sztucznej (po 1 min dla każdej polaryzacji zakłóceń) stanowiącej równocześnie kanał transmisji dla elementów zestawu PLE-30.

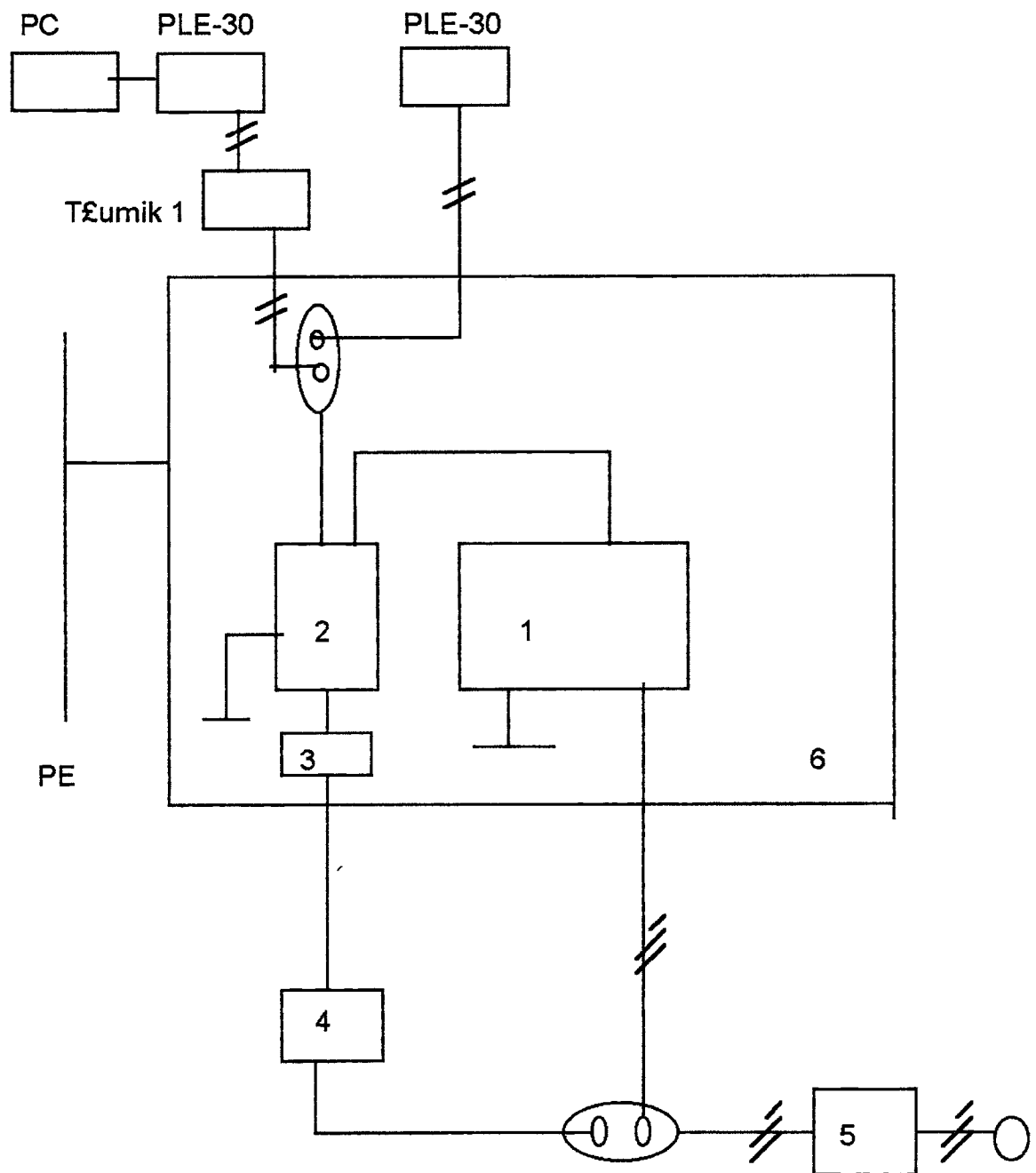
Przesyłki wykonywane były w trybie adresowanym (unicast) oraz rozgłaszania (broadcast).

Symulowanie kabli sieci o różnej długości z różnymi dołączonymi odbiornikami energii zostało wykonane przez włączenie tłumika wykonanego w PIAP z 3 sekcji 20 dB każda. Każda sekcja składa się z równolegle połączonych 12 szt kondensatorów MKSE-011 0,068uF produkcji Miflex oraz 2 dławików 0,22 uH.- patrz rys.5 .

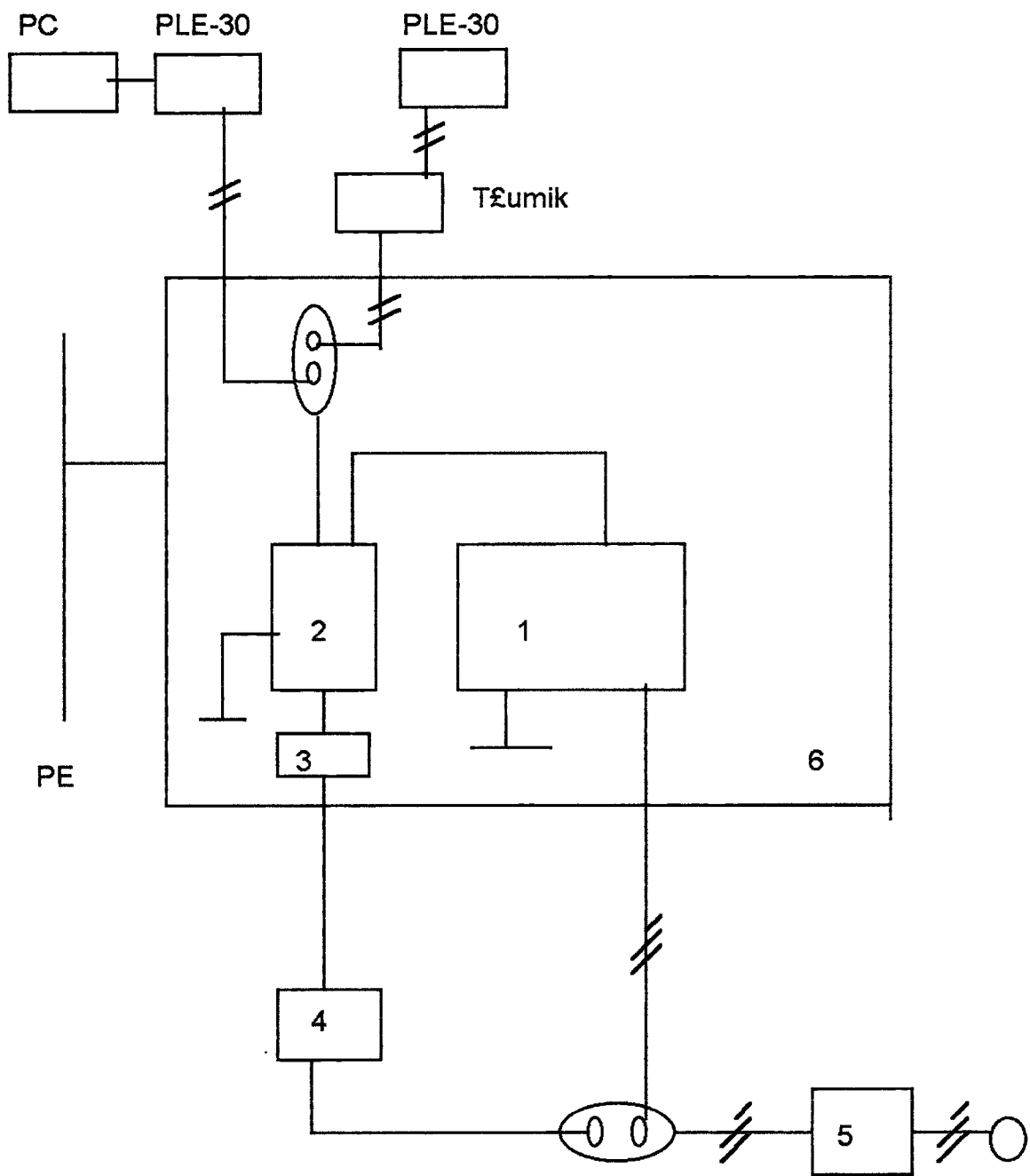
Spis przyrządów:

1. Generator impulsów ETT/B typ NSG200C + NSG225 firmy Schaffner.
2. Sieć sztuczna IKSAIP (wg wymagań IEC801-4).
3. Transformator separujący 220V/220V.
4. Filtr przeciwzakłóceńowy typu FP204 produkcji Miflex.
5. Filtr przeciwzakłóceńowy typu FP204 produkcji Miflex.
6. Płaszczyzna ziemi odniesienia 2*1m
7. Filtr przeciwzakłóceńowy typu NPpz -016 o,1uF + 2 * 2500pF + 2*2,5 mH produkcji Silesia.

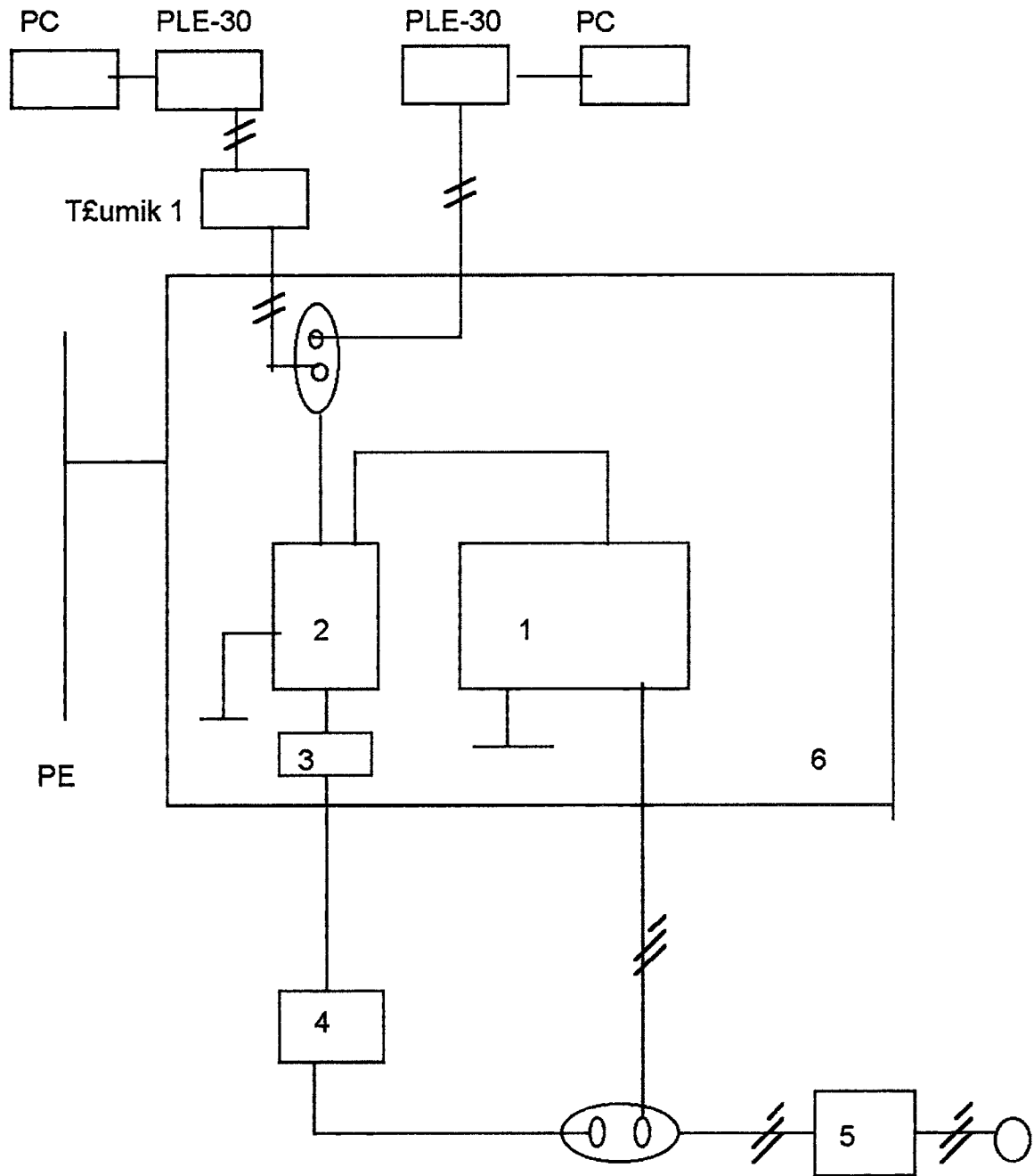
Rys.1. Układ pomiarowy do badania odporności na zakłócenia.



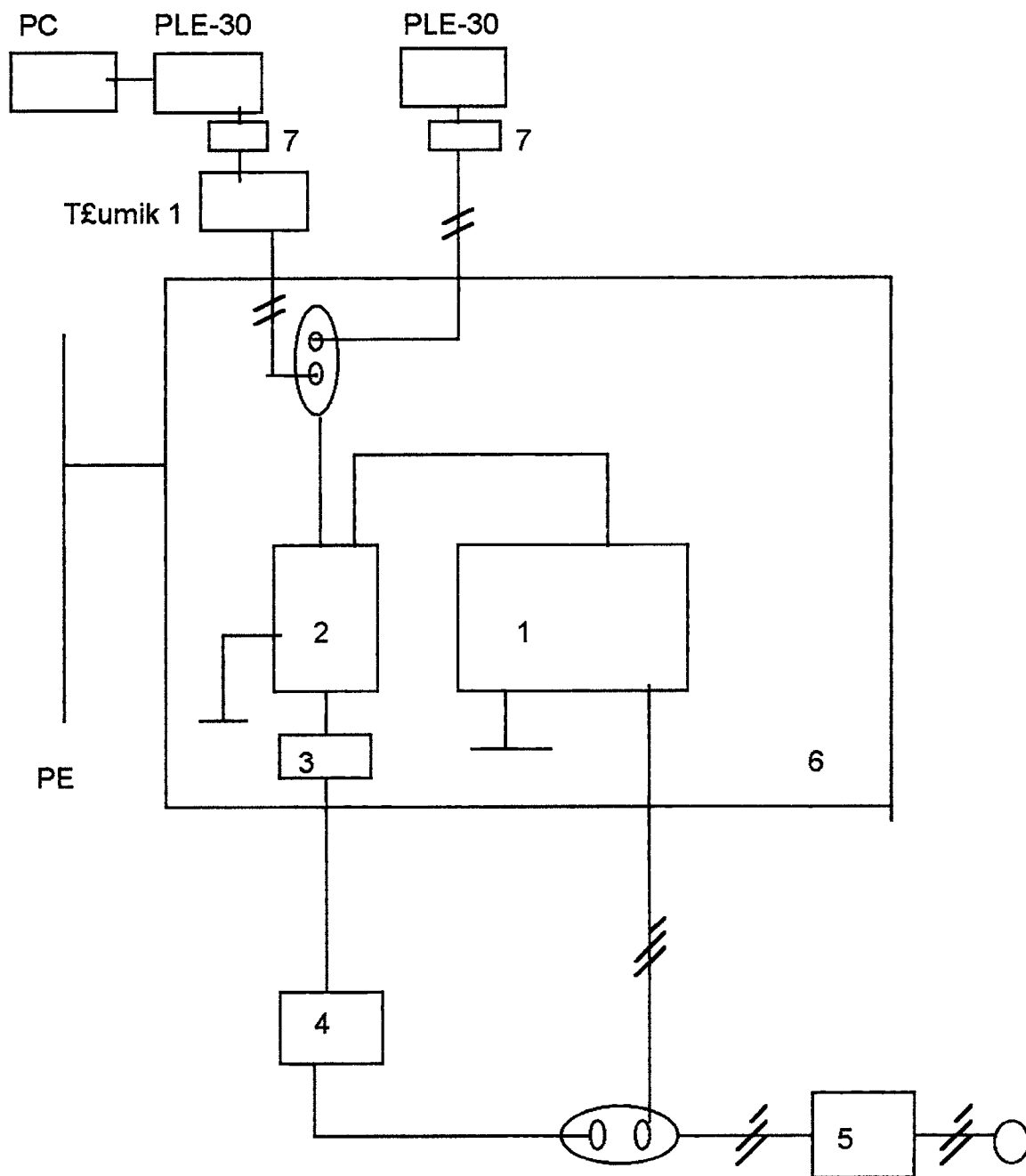
Rys.2. Układ pomiarowy do badania odporności na zakłócenia.

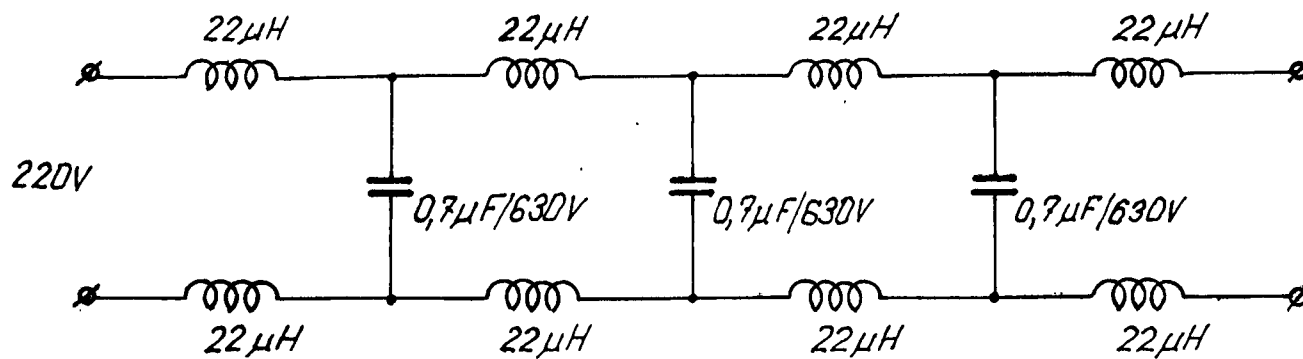


Rys.3. Układ pomiarowy do badania odporności na zakłócenia.



Rys.4. Układ pomiarowy do badania odporności na zakłócenia.





-8-

Rys.5. Trumik 60 dB dla 95 kHz

01

2. WYNIKI BADAŃ.

Zestawienie wyników badań

schemat nr	tłumienie	poziom zakł.	ilość prób	pozytywne	negatywne
1	20	0	2	2	0
1	60	0	2	2	0
1	20	500	2	1	1
1	60	500	6	4	2
1	20	1000	2	0	2
1	60	1000	8	5	3
2	20	0	2	2	0
2	60	0	2	2	0
2	20	500	3	2	1
2	60	500	5	3	2
2	20	1000	3	2	1
2	60	1000	6	4	2
3	60	0	2	2	0
3	60	500	4	1	3
4	0	0	2	2	0
4	20	500	4	4	0
4	20	1000	4	4	0
4	20	1000	4	4	0
4	0	1000	4	4	0
4	60	500	4	4	0
4	60	1000	3	3	0

Na następnych stronach przedstawiono wybrane wydruki zbiorów wytwarzanych przez program testujący zestawu PLE-30, będących zestawieniami rezultatów poszczególnych prób.

M

Badanie 1.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 0

Wyniki:

```
BENCH> (B)enchmark performance
(B)roadcast, (M)ulticast, or (U)nicast :Unicast (subnet/node)
Enter node id for destination [0]      :1
(N)etwork variable or (M)essage? [M]  :M
Enter data length (0-160) [0]         :128
Enter packet count [500]              :300
Acknowledged service? (Y/[N])         :Y
Authenticated? (Y/[N])                :N
Is this OK? ([Y]/N)                   :Y
====> Starting benchmark at Wed May 25 10:13:20 1994
Packet count                          = 300
Elapsed time                          = 211 seconds
Transactions per second = 1.4
Bytes per second                      = 182
****Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected               = 2
  Transaction timeouts                 = 0
  Packets received by node             = 300
  Packets addressed to node            = 300
  Messages sent to MAC layer           = 301
  Retries                              = 1
  Late acks or responses               = 0
  Collisions detected                  = 0
****Statistics for Remote Node
  Packet errors detected               = 0
  Lost msgs (no app buff)              = 0
  Missed msgs (no net buff)           = 0
  Packets received by node             = 301
  Packets addressed to node            = 301
  Messages sent to MAC layer           = 301
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane prawidlowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 1

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 2.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 0

Wyniki:

```
BENCH> (B)enchmark performance
(B)roadcast, (M)ulticast, or (U)nicast :Unicast (subnet/node)
Enter node id for destination [0]      :1
(N)etwork variable or (M)essage? [M]  :M
Enter data length (0-160) [0]         :128
Enter packet count [500]              :
Acknowledged service? (Y/[N])         :Y
Authenticated? (Y/[N])                :N
Is this OK? ([Y]/N)                   :Y
====> Starting benchmark at Wed May 25 10:19:40 1994
Packet count                          = 500
Elapsed time                           = 356 seconds
Transactions per second = 1.4
Bytes per second                       = 180
****Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected                = 4
  Transaction timeouts                  = 0
  Packets received by node              = 500
  Packets addressed to node             = 500
  Messages sent to MAC layer            = 505
  Retries                               = 5
  Late acks or responses                 = 0
  Collisions detected                   = 0
****Statistics for Remote Node
  Packet errors detected                = 2
  Lost msgs (no app buff)               = 0
  Missed msgs (no net buff)             = 0
  Packets received by node              = 504
  Packets addressed to node             = 504
  Messages sent to MAC layer            = 504
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane prawidlowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 5

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 2A.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 500 V

Wyniki:

```
BENCH> (R)epeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Wed May 25 10:27:02 1994
Packet count      = 500
Elapsed time      = 348 seconds
Transactions per second = 1.4
Bytes per second  = 184
***Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected      = 0
  Transaction timeouts       = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer = 500
  Retries                     = 0
  Late acks or responses     = 0
  Collisions detected         = 0
***Statistics for Remote Node
  Packet errors detected      = 0
  Lost msgs (no app buff)    = 0
  Missed msgs (no net buff)  = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer = 500
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane poprawowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 0

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 3.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 0

Wyniki:

```
BENCH> (B)enchmark performance
(B)roadcast, (M)ulticast, or (U)nicast :Unicast (subnet/node)
Enter node id for destination [0]      :1
(N)etwork variable or (M)essage? [M]  :M
Enter data length (0-160) [0]         :128
Enter packet count [500]              :
Acknowledged service? (Y/[N])         :Y
Authenticated? (Y/[N])                :N
Is this OK? ([Y]/N)                   :Y
=====> Starting benchmark at Wed May 25 10:34:03 1994
Packet count                          = 500
Elapsed time                           = 348 seconds
Transactions per second = 1.4
Bytes per second                       = 184
****Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected                = 0
  Transaction timeouts                  = 0
  Packets received by node              = 500
  Packets addressed to node             = 500
  Messages sent to MAC layer            = 500
  Retries                               = 0
  Late acks or responses                = 0
  Collisions detected                   = 0
****Statistics for Remote Node
  Packet errors detected                = 0
  Lost msgs (no app buff)               = 0
  Missed msgs (no net buff)             = 0
  Packets received by node              = 500
  Packets addressed to node             = 500
  Messages sent to MAC layer            = 500
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane poprawowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 0

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 4.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 0

Wyniki:

```
BENCH> (B)enchmark performance
(B)roadcast, (M)ulticast, or (U)nicast :Unicast (subnet/node)
Enter node id for destination [0]      :1
(N)etwork variable or (M)essage? [M]  :M
Enter data length (0-160) [0]         :128
Enter packet count [500]              :
Acknowledged service? (Y/[N])         :Y
Authenticated? (Y/[N])                 :N
Is this OK? ([Y]/N)                    :Y
====> Starting benchmark at Wed May 25 10:51:08 1994
Message failed completion:
for packet number 256
BENCH> Received a belated response message
Received a success completion event
```

Wnioski: Przerwane nadawanie pakietow przez PC
Uwaga: Stwierdzono rozlaczenie przewodow na filtrze

WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 5.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 0

Wyniki:

```
BENCH> (R)repeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
=====> Starting benchmark at Wed May 25 10:57:16 1994
Packet count      = 500
Elapsed time      = 349 seconds
Transactions per second = 1.4
Bytes per second  = 183
****Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected      = 0
  Transaction timeouts        = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer  = 500
  Retries                     = 0
  Late acks or responses      = 0
  Collisions detected         = 0
****Statistics for Remote Node
  Packet errors detected      = 0
  Lost msgs (no app buff)     = 0
  Missed msgs (no net buff)   = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer  = 500
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane poprawowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 0

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 5A.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 1000 V

Wyniki:

```
BENCH> (R)peat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
=====> Starting benchmark at Wed May 25 11:03:16 1994
```

Network driver error on read: Network interface hardware error

Reopened network interface.

Network error:

: Network driver error

for packet number 121

BENCH> Received a belated response message

Received a success completion event

Wnioski: Przerwane nadawanie pakietow przez PC

WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 5B.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 1000 V

Zmiana poziomu detekcji w odbiorniku na max

Wyniki:

```
BENCH> Change carrier detect (T)hreshold
Carrier detect threshold is Automatic
Set threshold to (F)ixed or (A)utomatic [A]? F
Carrier detect threshold is now Fixed
BENCH> (R)epeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
=====> Starting benchmark at Wed May 25 11:11:15 1994
Message failed completion:
for packet number 0
Message failed completion: set node mode
BENCH> Received a belated response message
Received a success completion event
```

```
BENCH> (R)epeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
=====> Starting benchmark at Wed May 25 11:12:18 1994
Message failed completion:
for packet number 0
Message failed completion: set node mode
BENCH> Received a belated response message
Received a success completion event
```

Wnioski: Przerwane nadawanie pakietow przez PC - przy pierwszym pakiecie
Poziom detekcji ustawiany automatycznie daje lepsze wyniki.

WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 6.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 0

Wyniki:

```
BENCH> (B)enchmark performance
(B)roadcast, (M)ulticast, or (U)nicast :Unicast (subnet/node)
Enter node id for destination [0]      :1
(N)etwork variable or (M)essage? [M]  :M
Enter data length (0-160) [0]         :128
Enter packet count [500]              :
Acknowledged service? (Y/[N])         :N
Is this OK? ([Y]/N)                   :Y
====> Starting benchmark at Wed May 25 11:17:25 1994
Packet count                          = 500
Elapsed time                           = 304 seconds
Transactions per second = 1.6
Bytes per second                       = 211
****Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected                = 0
  Transaction timeouts                  = 0
  Packets received by node              = 0
  Packets addressed to node             = 0
  Messages sent to MAC layer            = 500
  Retries                               = 0
  late acks or responses                = 0
  Collisions detected                   = 0
****Statistics for Remote Node
  Packet errors detected                = 0
  Lost msgs (no app buff)               = 0
  Missed msgs (no net buff)            = 0
  Packets received by node              = 500
  Packets addressed to node             = 500
  Messages sent to MAC layer            = 0
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane prawidlowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 1

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 6A.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 1000 V.
Przesylanie bez potwierdzenia

Wyniki:

```
BENCH> (R)epeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Unacknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Wed May 25 11:22:37 1994
```

Network driver error on read: Network interface hardware error

Reopened network interface.

Network error:

: Network driver error

for packet number 212

BENCH> Received a belated response message

Received a success completion event

Wnioski: Przerwane nadawanie pakietow przez PC

WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 6B.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 1000 V.
Przesylanie bez potwierdzenia.

Wyniki:

```
BENCH> (R)epeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Unacknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Wed May 25 11:25:59 1994
Packet count      = 500
Elapsed time      = 303 seconds
Transactions per second = 1.7
Bytes per second  = 211
***Statistics for Network Interface Node
    Packet errors detected      = 0
    Transaction timeouts        = 0
    Packets received by node    = 0
    Packets addressed to node   = 0
    Messages sent to MAC layer  = 500
    Retries                     = 0
    Late acks or responses      = 0
    Collisions detected         = 0
***Statistics for Remote Node
    Packet errors detected      = 2
    Lost msgs (no app buff)     = 0
    Missed msgs (no net buff)   = 0
    Packets received by node    = 187
    Packets addressed to node   = 187
    Messages sent to MAC layer  = 0
```

Wnioski: Ilosc odebranych pakietow jest mniejsza od ilosci nadanych
System przesylek bez potwierdzen nie nadaje sie do sterowania
procesami.
WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 7.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 0

Wyniki:

```
BENCH> (B)enchmark performance
(B)roadcast, (M)ulticast, or (U)nicast :Unicast (subnet/node)
Enter node id for destination [0]      :1
(N)etwork variable or (M)essage? [M]  :M
Enter data length (0-160) [0]         :128
Enter packet count [500]              :
Acknowledged service? (Y/[N])         :Y
Authenticated? (Y/[N])                :N
Is this OK? ([Y]/N)                   :Y
====> Starting benchmark at Wed May 25 11:38:01 1994
Packet count                          = 500
Elapsed time                           = 348 seconds
Transactions per second = 1.4
Bytes per second                       = 184
****Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected                = 0
  Transaction timeouts                  = 0
  Packets received by node              = 500
  Packets addressed to node             = 500
  Messages sent to MAC layer            = 500
  Retries                               = 0
  Late acks or responses                = 0
  Collisions detected                   = 0
****Statistics for Remote Node
  Packet errors detected                = 0
  Lost msgs (no app buff)               = 0
  Missed msgs (no net buff)            = 0
  Packets received by node              = 500
  Packets addressed to node             = 500
  Messages sent to MAC layer            = 500
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane prawidlowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 0

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 7A.

Schemat nr 1. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 1000 V
Uporzadkowano gorace punkty zasilania.

Wyniki:

```
BENCH> (R)epeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Wed May 25 11:44:03 1994
Packet count      = 500
Elapsed time      = 349 seconds
Transactions per second = 1.4
Bytes per second  = 183
***Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected      = 0
  Transaction timeouts        = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer  = 500
  Retries                     = 0
  Late acks or responses      = 0
  Collisions detected         = 0
***Statistics for Remote Node
  Packet errors detected      = 0
  Lost msgs (no app buff)     = 0
  Missed msgs (no net buff)   = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer  = 500
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane prawidlowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 0

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 8.

Schemat nr 1. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 1000 V.

Wyniki:

```
BENCH> (R)epeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
=====> Starting benchmark at Wed May 25 12:07:30 1994
```

Network driver error on read: Network interface hardware error

Reopened network interface.

Network error:

: Network driver error

for packet number 105

BENCH> Received a belated response message

Received a success completion event

Wnioski: Przerwane nadawanie pakietow przez PC

WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 10.

Schemat nr 2. Tlumienie 0 dB. Zaklocenia 1000 V.

Wyniki:

```
BENCH> (R)repeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
=====> Starting benchmark at Wed May 25 12:24:00 1994
```

Network driver error on read: Network interface hardware error

Reopened network interface.

Network error:

: Network driver error

for packet number 72

BENCH> Received a belated response message

Received a success completion event

Wnioski: Przerwane nadawanie pakietow przez PC

WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 13.

Schemat nr 1. Tlumienie 20 dB. Zaklocenia 1000 V.
Przesylanie bez potwierdzenia.

Wyniki:

```
BENCH> (B)enchmark performance
(B)roadcast, (M)ulticast, or (U)nicast :Unicast (subnet/node)
Enter node id for destination [0]      :1
(N)etwork variable or (M)essage? [M]  :M
Enter data length (0-160) [0]         :128
Enter packet count [500]              :
Acknowledged service? (Y/[N])         :N
Is this OK? ([Y]/N)                   :Y
====> Starting benchmark at Wed May 25 13:18:20 1994
```

Network driver error on read: Network interface hardware error

Reopened network interface.

Network error:

: Network driver error

for packet number 19

BENCH> Received a belated response message

Received a success completion event

Wnioski: Przerwane nadawanie pakietow przez PC

WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 13A.

Schemat nr 1. Tlumienie 20 dB. Zaklocenia 500 V.
Przesylanie bez potwierdzenia.

Wyniki:

```
BENCH> (R)repeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Unacknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Wed May 25 13:21:07 1994
Packet count          = 500
Elapsed time          = 304 seconds
Transactions per second = 1.6
Bytes per second      = 211
****Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected      = 0
  Transaction timeouts        = 0
  Packets received by node    = 0
  Packets addressed to node   = 0
  Messages sent to MAC layer  = 500
  Retries                     = 0
  Late acks or responses     = 0
  Collisions detected        = 0
****Statistics for Remote Node
  Packet errors detected      = 0
  Lost msgs (no app buff)    = 0
  Missed msgs (no net buff)  = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer  = 0
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane poprawowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 0

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 14.

Schemat nr 2. Tlumienie 20 dB. Zaklocenia 500 V.
Przesylanie bez potwierdzenia.

Wyniki:

```
BENCH> (R)repeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Unacknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
=====> Starting benchmark at Wed May 25 13:27:29 1994
```

Network driver error on read: Network interface hardware error

Reopened network interface.

Network error:

: Network driver error

for packet number 202

BENCH> Received a belated response message

Received a success completion event

Wnioski: Przerwane nadawanie pakietow przez PC

WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 15.

Schemat nr 1. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 500 V.

Wyniki:

```
BENCH> (B)enchmark performance
(B)roadcast, (M)ulticast, or (U)nicast :Unicast (subnet/node)
Enter node id for destination [0]      :1
(N)etwork variable or (M)essage? [M]  :M
Enter data length (0-160) [0]         :128
Enter packet count [500]              :
Acknowledged service? (Y/[N])         :N
Is this OK? ([Y]/N)                   :Y
Message failed completion: reading node memory
Cannot access remote node(s)
```

Wnioski: Przerwane nadawanie pakietow przez PC

WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 15A.

Schemat nr 1. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 500 V.
Przesylanie bez potwierdzenia.

Wyniki:

```
BENCH> (R)repeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Unacknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
=====> Starting benchmark at Wed May 25 13:54:52 1994
Packet count          = 500
Elapsed time          = 304 seconds
Transactions per second = 1.6
Bytes per second      = 211
****Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected      = 0
  Transaction timeouts       = 0
  Packets received by node   = 0
  Packets addressed to node  = 0
  Messages sent to MAC layer = 500
  Retries                    = 0
  Late acks or responses    = 0
  Collisions detected        = 0
****Statistics for Remote Node
  Packet errors detected      = 0
  Lost msgs (no app buff)    = 0
  Missed msgs (no net buff)  = 0
  Packets received by node   = 500
  Packets addressed to node  = 500
  Messages sent to MAC layer = 0
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane poprawowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 0

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 15B.

Schemat nr 1. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 1000 V.
Przesylanie bez potwierdzenia.

Wyniki:

```
BENCH> (R)epeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Unacknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
=====> Starting benchmark at Wed May 25 14:00:41 1994
```

Network driver error on read: Network interface hardware error

Reopened network interface.

Network error:

: Network driver error

for packet number 13

BENCH> Received a belated response message

Received a success completion event

Wnioski: Przerwane nadawanie pakietow przez PC

WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 16.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 0 V.
Broadcast.

Wyniki:

```
BENCH> (B)enchmark performance
(B)roadcast, (M)ulticast, or (U)nicast :Broadcast
(N)etwork variable or (M)essage? [M] :M
Enter data length (0-160) [0] :16
Enter packet count [500] :3200
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Thu May 26 11:40:27 1994
Packet count = 3200
Elapsed time = 414 seconds
Transactions per second = 7.7
Bytes per second = 124
****Statistics for Network Interface Node
Packet errors detected = 0
Transaction timeouts = 0
Packets received by node = 0
Packets addressed to node = 0
Messages sent to MAC layer = 3200
Retries = 0
Late acks or responses = 0
Collisions detected = 0
```

Wnioski: Wszystkie pakiety wyslane prawidlowo

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 17.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 0 V.
Broadcast.

Wyniki:

```
BENCH> (B)enchmark performance
(B)roadcast, (M)ulticast, or (U)nicast :Broadcast
(N)etwork variable or (M)essage? [M] :M
Enter data length (0-160) [0] :128
Enter packet count [500] :
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Thu May 26 11:46:12 1994
Packet count = 500
Elapsed time = 301 seconds
Transactions per second = 1.7
Bytes per second = 213
***Statistics for Network Interface Node
Packet errors detected = 0
Transaction timeouts = 0
Packets received by node = 0
Packets addressed to node = 0
Messages sent to MAC layer = 500
Retries = 0
late acks or responses = 0
Collisions detected = 0
BENCH> Redirect (O)utput to a file
```

Wnioski: Wszystkie pakiety wyslane prawidlowo

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 18.

```
Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 500 V.  
Broadcast.  
BENCH> (R)epeat last benchmark  
Broadcast addressing  
Explicit message  
Data length      = 128  
Packet count     = 500  
Unacknowledged service  
Is this OK? ([Y]/N) :Y  
====> Starting benchmark at Thu May 26 11:52:58 1994  
Packet count      = 500  
Elapsed time      = 301 seconds  
Transactions per second = 1.7  
Bytes per second  = 213  
***Statistics for Network Interface Node  
  Packet errors detected      = 0  
  Transaction timeouts       = 0  
  Packets received by node    = 0  
  Packets addressed to node   = 0  
  Messages sent to MAC layer  = 500  
  Retries                    = 0  
  Late acks or responses     = 0  
  Collisions detected         = 0  
BENCH> Redirect (O)utput to a file
```

Wnioski: Wszystkie pakiety wyslane prawidlowo

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 19.

Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 1000 V.
Broadcast.

```
BENCH> (R)epeat last benchmark
Broadcast addressing
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Unacknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Thu May 26 11:58:39 1994
```

Network driver error on read: Network interface hardware error

Reopened network interface.

Network error:

: Network driver error

for packet number 353

BENCH> Received a success completion event

Wnioski: Przerwane nadawanie pakietow przez PC

WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 20.

```
Schemat nr 2. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 0 V.  
Broadcast.  
BENCH> (R)epeat last benchmark  
Broadcast addressing  
Explicit message  
Data length      = 128  
Packet count     = 500  
Unacknowledged service  
Is this OK? ([Y]/N) :Y  
=====> Starting benchmark at Thu May 26 12:04:47 1994  
Packet count      = 500  
Elapsed time      = 302 seconds  
Transactions per second = 1.7  
Bytes per second  = 212  
***Statistics for Network Interface Node  
  Packet errors detected      = 0  
  Transaction timeouts        = 0  
  Packets received by node    = 0  
  Packets addressed to node   = 0  
  Messages sent to MAC layer  = 500  
  Retries                     = 0  
  Late acks or responses      = 0  
  Collisions detected         = 0  
BENCH> Redirect (O)utput to a file
```

Wnioski: Wszystkie pakiety wyslane prawidlowo

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 22.

Schemat nr 1. Tlumienie 60 dB. Zaklocecia 0 V.

Broadcast.

BENCH> (R)repeat last benchmark

Broadcast addressing

Explicit message

Data length = 128

Packet count = 500

Unacknowledged service

Is this OK? ([Y]/N) :Y

=====> Starting benchmark at Thu May 26 12:34:38 1994

Packet count = 500

Elapsed time = 302 seconds

Transactions per second = 1.7

Bytes per second = 212

****Statistics for Network Interface Node

Packet errors detected = 0

Transaction timeouts = 0

Packets received by node = 0

Packets addressed to node = 0

Messages sent to MAC layer = 500

Retries = 0

Late acks or responses = 0

Collisions detected = 0

BENCH> (R)repeat last benchmark

Broadcast addressing

Explicit message

Data length = 128

Packet count = 500

Unacknowledged service

Is this OK? ([Y]/N) :Y

=====> Starting benchmark at Thu May 26 12:39:54 1994

Packet count = 500

Elapsed time = 301 seconds

Transactions per second = 1.7

Bytes per second = 213

****Statistics for Network Interface Node

Packet errors detected = 0

Transaction timeouts = 0

Packets received by node = 0

Packets addressed to node = 0

Messages sent to MAC layer = 500

Retries = 0

Late acks or responses = 0

Collisions detected = 0

Wnioski: Wszystkie pakiety wyslane poprawowo

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 24.

Schemat nr 2. Tlumienie 0 dB. Zaklocenia 1000 V.

```
BENCH> (R)epeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
=====> Starting benchmark at Thu May 26 13:18:18 1994
```

Network driver error on read: Network interface hardware error

Reopened network interface.

Network error:

: Network driver error

for packet number 108

BENCH> Received a belated response message

Received a success completion event

Wnioski: Przerwane nadawanie pakietow przez PC

WYNIK BADANIA NEGATYWNY

Badanie 34.

Schemat nr 4. Tlumienie 0 dB. Zaklocenia 1000 V.

```
BENCH> (R)epeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Fri May 27 12:30:28 1994
Packet count      = 500
Elapsed time      = 351 seconds
Transactions per second = 1.4
Bytes per second  = 182
***Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected      = 1
  Transaction timeouts        = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer  = 501
  Retries                     = 1
  late acks or responses      = 0
  Collisions detected         = 0
***Statistics for Remote Node
  Packet errors detected      = 0
  Lost msgs (no app buff)     = 0
  Missed msgs (no net buff)   = 0
  Packets received by node    = 501
  Packets addressed to node   = 501
  Messages sent to MAC layer  = 501
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane prawidlowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 1

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 34A.

Schemat nr 2. Tlumienie 0 dB. Zaklozenia 1000 V.

```
BENCH> (R)epeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Fri May 27 12:37:03 1994
Packet count      = 500
Elapsed time      = 349 seconds
Transactions per second = 1.4
Bytes per second  = 183
***Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected      = 0
  Transaction timeouts       = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer  = 500
  Retries                     = 0
  Late acks or responses     = 0
  Collisions detected        = 0
***Statistics for Remote Node
  Packet errors detected      = 0
  Lost msgs (no app buff)    = 0
  Missed msgs (no net buff)  = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer  = 500
BENCH> Redirect (O)utput to a file
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane poprawowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 0

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

41

Badanie 35.

Schemat nr 6. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 1000 V.

```
BENCH> (R)epeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Fri May 27 12:49:22 1994
Packet count     = 500
Elapsed time     = 348 seconds
Transactions per second = 1.4
Bytes per second = 184
***Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected      = 0
  Transaction timeouts        = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer  = 500
  Retries                     = 0
  Late acks or responses     = 0
  Collisions detected         = 0
***Statistics for Remote Node
  Packet errors detected      = 0
  Lost msgs (no app buff)    = 0
  Missed msgs (no net buff)  = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer  = 500
BENCH> Redirect (O)utput to a file
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane prawidlowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 0

WYNIK BADANIA PCZYTYWNY

42

Badanie 36.

Schemat nr 5. Tlumienie 60 dB. Zaklocerica 1000 V.

```
BENCH> (R)repeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
=====> Starting benchmark at Fri May 27 12:55:50 '994
Packet count      = 500
Elapsed time      = 350 seconds
Transactions per second = 1.4
Bytes per second  = 183
****Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected      = 2
  Transaction timeouts        = 0
  Packets received by node    = 500
  Packets addressed to node   = 500
  Messages sent to MAC layer  = 501
  Retries                     = 1
  Late acks or responses      = 0
  Collisions detected         = 0
****Statistics for Remote Node
  Packet errors detected      = 0
  Lost msgs (no app buff)     = 0
  Missed msgs (no net buff)   = 0
  Packets received by node    = 501
  Packets addressed to node   = 501
  Messages sent to MAC layer  = 501
BENCH> Redirect (O)utput to a file
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane prawidlowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 1

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 37.

Schemat nr 4. Tlumienie 0 dB. Zaklocenia 1000 V.

```
BENCH> (R)repeat last benchmark
Unicast addressing to node 1
Explicit message
Data length      = 128
Packet count     = 500
Acknowledged service
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Fri May 27 13:03:01 1994
Packet count     = 500
Elapsed time     = 348 seconds
Transactions per second = 1.4
Bytes per second = 184
***Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected      = 0
  Transaction timeouts       = 0
  Packets received by node   = 500
  Packets addressed to node  = 500
  Messages sent to MAC layer = 500
  Retries                    = 0
  late acks or responses     = 0
  Collisions detected        = 0
***Statistics for Remote Node
  Packet errors detected      = 0
  Lost msgs (no app buff)    = 0
  Missed msgs (no net buff)  = 0
  Packets received by node   = 500
  Packets addressed to node  = 500
  Messages sent to MAC layer = 500
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane prawidlowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 0

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 38.

Schemat nr 4. Tlumienie 0 dB. Zaklocenia 1000 V.
Broadcast

```
BENCH> (B)enchmark performance
(B)roadcast, (M)ulticast, or (U)nicast :Broadcast
(N)etwork variable or (M)essage? [M] :M
Enter data length (0-160) [0] :12
Enter packet count [500] :
Is this OK? ([Y]/N) :Y
====> Starting benchmark at Fri May 27 13:09:55 1994
Packet count = 500
Elapsed time = 56 seconds
Transactions per second = 8.9
Bytes per second = 107
***Statistics for Network Interface Node
Packet errors detected = 0
Transaction timeouts = 0
Packets received by node = 0
Packets addressed to node = 0
Messages sent to MAC layer = 500
Retries = 0
Late acks or responses = 0
Collisions detected = 0
```

Wnioski: Wszystkie pakiety wyslane poprawnie

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

Badanie 39.

Schemat nr 6. Tlumienie 60 dB. Zaklocenia 1000 V.

```
BENCH> (B)enchmark performance
(B)roadcast, (M)ulticast, or (U)nicast :Unicast (subnet/node)
Enter node id for destination [0]      :1
(N)etwork variable or (M)essage? [M]  :M
Enter data length (0-160)              [0] :
Enter packet count                      [500] :20
Acknowledged service? (Y/[N])          :Y
Authenticated? (Y/[N])                  :N
Is this OK? ([Y]/N)                     :Y
====> Starting benchmark at Fri May 27 13:12:05 1994
Packet count                            = 20
Elapsed time                             = 3 seconds
Transactions per second = 6.7
Bytes per second                         = 0
***Statistics for Network Interface Node
  Packet errors detected                  = 0
  Transaction timeouts                    = 0
  Packets received by node                = 20
  Packets addressed to node               = 20
  Messages sent to MAC layer              = 20
  Retries                                 = 0
  Late acks or responses                  = 0
  Collisions detected                     = 0
***Statistics for Remote Node
  Packet errors detected                  = 0
  Lost msgs (no app buff)                 = 0
  Missed msgs (no net buff)              = 0
  Packets received by node                = 20
  Packets addressed to node               = 20
  Messages sent to MAC layer              = 20
```

Wnioski: Wszystkie pakiety przeslane prawidlowo
ilosc koniecznych powtornych przesylek = 0

WYNIK BADANIA POZYTYWNY

3. Wnioski.

Ze względu na bardzo duży koszt zakupu systemu LonWorks (20000\$), skorzystano z możliwości wypożyczenia urządzenia przeznaczonego do nauki systemu PLE-30 aby przeprowadzić chociaż wstępne rozeznanie możliwości zastosowań tego systemu w przemyśle w polskich warunkach.

W związku z powyższym wykonane badania traktować należy jako badania modelu laboratoryjnego węzła sieci LonWorks. Wykonywane były na zestawie badawczym "evaluation kit ", nie obudowanym i bez własnych zasilaczy.

1. Przy schematach połączeń zgodnych z zaleceniami producenta dla badań transmisji (producent nie przeznaczają tego typu zestawu do badań odporności na zakłócenia) uzyskiwano na przemian wyniki pozytywne (wszystkie przesyłki dotarły do węzła przeznaczenia) i wyniki negatywne (przerwanie wysyłania przesyłek przez program komputera PC).

2 Nie stwierdzono żadnego przypadku "zawieszenia" transmisji w sieci LonWorks a jedynie zaprzestania wysyłania kolejnych przesyłek przez program komputera; po zaprzestaniu wysyłania na skutek zakłócenia w przypadku wybraniu kolejnego polecenia w programie PC nadawania następnych przesyłek, dalsze przesyłanie odbywało się prawidłowo.

3. Po uzupełnieniu schematu badań o filtr przeciwzakłóceniuowy - schemat nr.4 , badania nr 34...37

nie stwierdzono przypadków przerwania programu nadawania przesyłek i wyniki tych badań są pozytywne.

Zastosowano na wejściach węzłów sieci PLE-30 filtr przeciwzakłóceniuowy o częstotliwości granicznej

1 MHz podczas gdy transmisja odbywa się w pasmie 9...95 kHz.

W tych warunkach transmisja odbywała się prawidłowo nawet przy tłumiku 60 dB co jest zgodne z wartościami podawanymi przez producenta dla sieci z zakłóceniami (50 - 65 dB).

WNIOSKI KOŃCOWE:

Wyniki przeprowadzanych badań potwierdzają podawane przez producenta możliwości transmisji sygnałów poprzez kable sieci zasilającej 220V.

Nie jest znana przyczyna zaprzestawiania wysyłania przesyłek przez komputer PC po zakłóceniach w sieci sztucznej. Dla układów pomiarowych z filtrami przeciwzakłóceniuowymi zjawisko to zanika - tak więc o ile gotowe urządzenia systemu LonWorks nie zawierają odpowiednich filtrów należałoby montować je przy każdym z nich.

Należy w przyszłości przeprowadzić badania odporności na zakłócenia urządzeń systemu LonWorks w standardowym wykonaniu i dla narażeń przewidzianych w dokumentach normalizacyjnych dla systemów automatyki przemysłowej.

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają przypuszczać, że badania takie dadzą wynik pozytywny.