

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

074 Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

Grupa Problemowa d/s Kompatybilności Elektromagnetycznej

Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż. Cz. Godzisz, tech. K. Tekieli

Konsultant mgr inż. J. Zakolski

Nr zlecenia
RP-53.3

Opracowanie pakietu inteligentnych
wejść analogowych dla sprzężenia
roboty z otoczeniem.
2.5. Badania KEM.

Zleceniodawca BPBR 7.1.

Prace rozpoczęto dnia 88.10.27
Kierownik Gr. Probl.

mgr inż. Cz. Godzisz

zakńczono dnia 88.12.31
Kierownik OBN

dr inż. St. Budzyński

Praca zawiera:

stron 17
rysunków 1
fotografii -
tabel 6
tablic -
załączników -

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 BOINTE
Egz. 2 OAE
Egz. 3 OBN
Egz. 4 OAE
Egz. 5
Egz. 6

Nr rejestr. 6194

Nie udostępniać do wglądu
Analiza deskryptorowa

AUTOMATYKA I POMIARY PRZEMYSŁOWE: ROBOTY PRZEMYSŁOWE + INTELDIGIT
PROWAY: WEJSCIA ANALOGOWE + KEM; PAKIET MA30 + BADANIA.

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera wyniki badań KEM prototypu pakietu wejść analogowych MA30. Badania pakietu przeprowadzono w kasecie INTELDIGIT PROWAY metodami wg PN-86/E-06600. Zmierzone poziomy odporności pakietu przy zakłóceniach impulsowych nanosekundowych i dużej energii, sinusoidalnych o częstotliwości sieci.

Tytuły poprzednich sprawozdań

- [1] Opracowanie pakietu inteligentnych wejść analogowych dla sprzężenia robota z otoczeniem. Wstępne badania odporności pakietu MA30 na zakłócenia (KEM). - nr rej. 5997/88
- [2] Dokumentacja konstrukcyjna pakietu - sprawozdanie nr rej. 4682

681.32:621.316.9

Uwagi przytł. do listy maj.
wyd. w. cyfrowej

338.45:62/69].002.1/2

Roboty -
pneumatyczne

UKD

MAP-252/83-6000

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie
2. Warunki badań
3. Zmiany wprowadzone w czasie badań
4. Wyniki badań
5. Ocena wyników
6. Wnioski

SPIS RYSUNKÓW

Rys.1. Konfiguracja urządzeń w kasecie i wejściowe układy pomiarowe

1. Wprowadzenie

Sprawozdanie zawiera wyniki badań zakłócalności prototypu pakietu MA30, inteligentnych wejść analogowych do sprzężenia robota przemysłowego z otoczeniem, systemu INTELDIGIT PROWAY.

Badania przeprowadzono metodami określonymi w PN-86/E-06600 i sprawdzonymi w badaniach modelu pakietu [1] (styczeń 88 r.).

Badana wersja pakietu posiada liczne zmiany w stosunku do modelu. Zakres i warunki badań zostały uzgodnione z konstruktorami OAE (notatka służbowa z dn. 88.11.22). Zgodnie z ustaleniami notatki zakres badań obejmuje pomiary zakłócalności pakietu przy:

- zakłóceniach impulsowych nanosekundowych 5/50 ns oddziaływujących na
 - obwód sieciowy kasety, metoda symulacji SN10
 - obwód interfejsowy, kabel wejścia pomiarowego pakietu, metoda symulacji SE10
- zakłóceniach impulsowych dużej energii 1,2/50 μ s oddziaływujących na
 - obwód sieciowy kasety, metoda symulacji SN30, maksymalna amplituda 1 kV 1 J
 - obwód interfejsowy, kabel wejścia pomiarowego pakietu, metoda symulacji SM30, amplituda i energia impulsu j.w.
- zakłóceniach sinusoidalnych oddziaływujących na kabel wejścia pomiarowego pakietu, metoda symulacji SM50 (bliskim polem elektromagnetycznym).

2. Warunki badań

Badania pakietu przeprowadzono w jednokasetowym zestawie INTELDIGIT PROWAY, pokazanym w uproszczeniu na rys.1. Zestaw zawierał:

- kasetę z magistralą MF31/2
- uproszczony blok zasilania sieciowego (zawierający elementy komutacji sieci oraz czujnik kontroli napięcia sieci)
- zasilacz EZP-09 prod. ZPD MERA ZAP nr fabr. 6/86 (z poprawkami w obwodzie sieciowym wykonanymi przez OBN/KEM)
- pakiety: MW32 "prototyp" stanowisko 1
MM80 Ø3/1983 stanowisko 18
MA30 pakiet badany bez numeru na stanowisku 11
- monitor ekranowy typ MV1664-KSR (ZEKOM) przyłączony do złącza interfejsowego jednostki centralnej.

Źródłem sygnału analogowego pomiarowego była bateria 3R12. Sygnał pomiarowy wprowadzono jednocześnie na wszystkie wejścia pakietu.

Badania przeprowadzono dla kilku wariantów połączenia ekranu kabla i ujemnego bieguna źródła sygnału, pokazanych na rys.1.

Ustalono 1 min czas narażania każdego punktu pomiarowego zakłóceniami o zadanych parametrach (amplitudy i polaryzacji).

W czasie badań pakiet realizował program testowy opracowany przez OAE (sprawozdanie nr rej. 6173). Program realizuje cyklicznie pomiary zadanego kanału wejściowego NRØ i zapamiętuje minimalną i maksymalną wartość zmierzoną pomiędzy kolejnymi odczytami na żądanie operatora.

Uzgodniono, że zakłócalność pakietu będzie określona przez:

- dodatkowe błędy pomiaru wyrażone błędem bezwzględnym w bitach i błędem względnym w %, odniesionych do wartości zmierzonej w warunkach bez zakłóceń
- błędy funkcjonalne stwierdzane na podstawie poprawności komunikatu przy odczycie, przykładowo błąd pakietu (BŁP) lub brak poprawnej reakcji na żądanie operatora (BKZP).

3. Zmiany wprowadzone w czasie badań

Z1.-wprowadzono dodatkowe kondensatory 47 nF blokujące:

- . szynę zasilającą +5 Vc optoizolatorów
- . zasilanie pamięci 6116 (D9)
- . zasilanie elementów 74123

-niewykorzystane bramki i wejścia spolaryzowano rezystorami do 5 V lub do 0 V

-stwierdzono brak C29 (błąd w druku).

Następnie w czasie badań wprowadzono kolejne zmiany:

Z2.-odcięto D811 (74125) od linii D0 procesora (duże obciążenie linii danych, błąd projektu)

Z3.-odcięto element D1.4 od wejścia D3.9. Połączono C6.17 bezpośrednio do D3.9

Wyeliminowano elementy C2.4, C3.5, połączono kolektor T19 przez D5.10 do wejść INT procesora

~~Wysokim~~ ^{mieniono} element D3 (7408) na typ (LS08)

Z4.-wprowadzono filtr sieciowy typ Fp.250/4 w obwód zasilania sieci kasety.

Niezależnie od zmian na pakiecie, badania wykonano dla kilku układów połączeń wejścia pomiarowego i ekranu kabla wejściowego do pakietu (patrz rys.1, układy pomiarowe A,B,C,D,E).

4. Wyniki badań

4.1. Odporność na zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50 ns

Wyniki pomiarów zakłócalności przedstawiono w tabelach:

Tabl.1 - zakłócalność od strony sieci kasety po zmianach Z1 w układzie pomiarowym A

Tabl.1.1 - zakłócalność od strony wejścia pomiarowego (interfejsu) po zmianie Z1 w układzie pomiarowym A

Tabl.2 - zakłócalność od strony sieci kasety po zmianach Z1+Z2+Z3 w układzie pomiarowym B

Tabl.2.1 - zakłócalność od strony interfejsu w układzie pomiarowym B

Tabl.3 - zakłócalność od strony sieci kasety po zmianach Z1+Z2+Z3+Z4 (z filtrem sieciowym) w układzie pomiarowym B

Tabl.3.1 - zakłócalność od strony interfejsu w układzie pomiarowym B.

Niezależnie od wyżej podanych wybranych wyników pomiarów wykonano szereg pomiarów zakłócalności dla różnych układów pomiarowych C,D,E (rys.1). Wyniki tych pomiarów są zarejestrowane w zeszycie pomiarów KEM MA30.

Dla zilustrowania tych dodatkowych wyników pomiarów wykonano zestawienie podane poniżej. W zestawieniu podano maksymalne zarejestrowane błędy bezwzględne (w bitach) lub objawy utraty funkcjonalności

| Wprowadzona zmiana układ pomiarowy wg rys.1 | Amplituda impulsów zakłócających 5/50 ns: | | | | | | |
|---|---|-------|-----|-------------|----------------------|-----|-----|
| | w obwodzie sieci (SN10) | | | | w interfejsie (SE10) | | |
| | 0,5kV | 1,0kV | 2kV | 4kV | 0,5kV | 1kV | |
| przed zmianą Z1 | A | 17 | BŁP | BKZP | - | 25 | BŁP |
| Z1 (tabl.1) | A | 24 | BŁP | BŁP BKZP | - | 25 | BŁP |
| | C | 25 | BŁP | BŁP | - | - | - |
| | D | 24 | BŁP | - | - | - | - |
| Z1+Z2 | D | 25 | 25 | BŁP BKZP | - | 63 | BŁP |
| Z1+Z2+Z3 | A | 17 | BŁP | BŁP | - | - | - |
| | C | 25 | 25 | BŁP | - | BŁP | BŁP |
| | D | 25 | 25 | BŁP | - | BŁP | BŁP |
| | E | 8 | 24 | BŁP | - | 8 | BŁP |
| (tabl.2) | B | 9 | 28 | BŁP | - | 27 | BŁP |
| Z1+Z2+Z3+Z4 z filtrem (tabl.3) | B | 13 | 25 | 28 | BŁP | 26 | BŁP |

4.2. Odporność na zakłócenia impulsowe dużej energii

1. Oddziaływujące na kabel obwodu wejściowego, metoda symulacji SM30

W układzie pomiarowym A po zmianach Z1 oraz w układzie pomiarowym B po zmianach Z1+Z2+Z3 nie stwierdzono objawów zakłóceń przy poziomie sygnału zakłócającego 1 kV 1 J oraz 2 kV 4 J. Wartości pomierzone przed zakłóceniem i po zakłóceniu nie uległy zmianie.

2. Oddziaływujące na obwód sieciowy kasety, metoda symulacji SN30

Przy amplitudzie impulsów 1 kV 1 J w układzie pomiarowym B po zmianach Z1+Z2+Z3 nie stwierdzono objawów zakłóceń. Wartości zmierzone przed zakłócaniem i po zakłóceniu nie uległy zmianie. Kasetę narażono 10 impulsami obu polaryzacji dla każdego przewodu fazowego, częstotliwość generacji impulsów 0,1 Hz.

4.3. Odporność na zakłócenia ciągłe sinusoidalne o częstotliwości sieci

Pomiary zakłócalności wejścia pomiarowego wykonano metodą symulacji SM50.

Przy prądzie zakłócającym w przewodzie testowym 20 A i 50 A nie stwierdzono objawów zakłóceń

w układzie pomiarowym A po zmianach Z1 oraz

w układzie pomiarowym B po zmianach Z1+Z2+Z3.

5. Ocena wyników

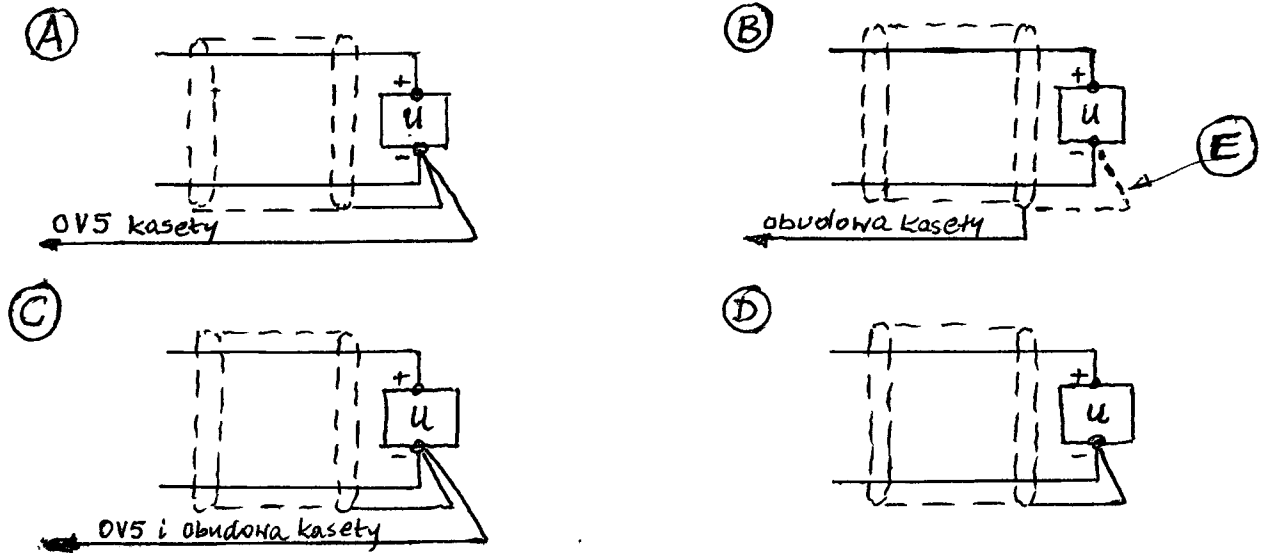
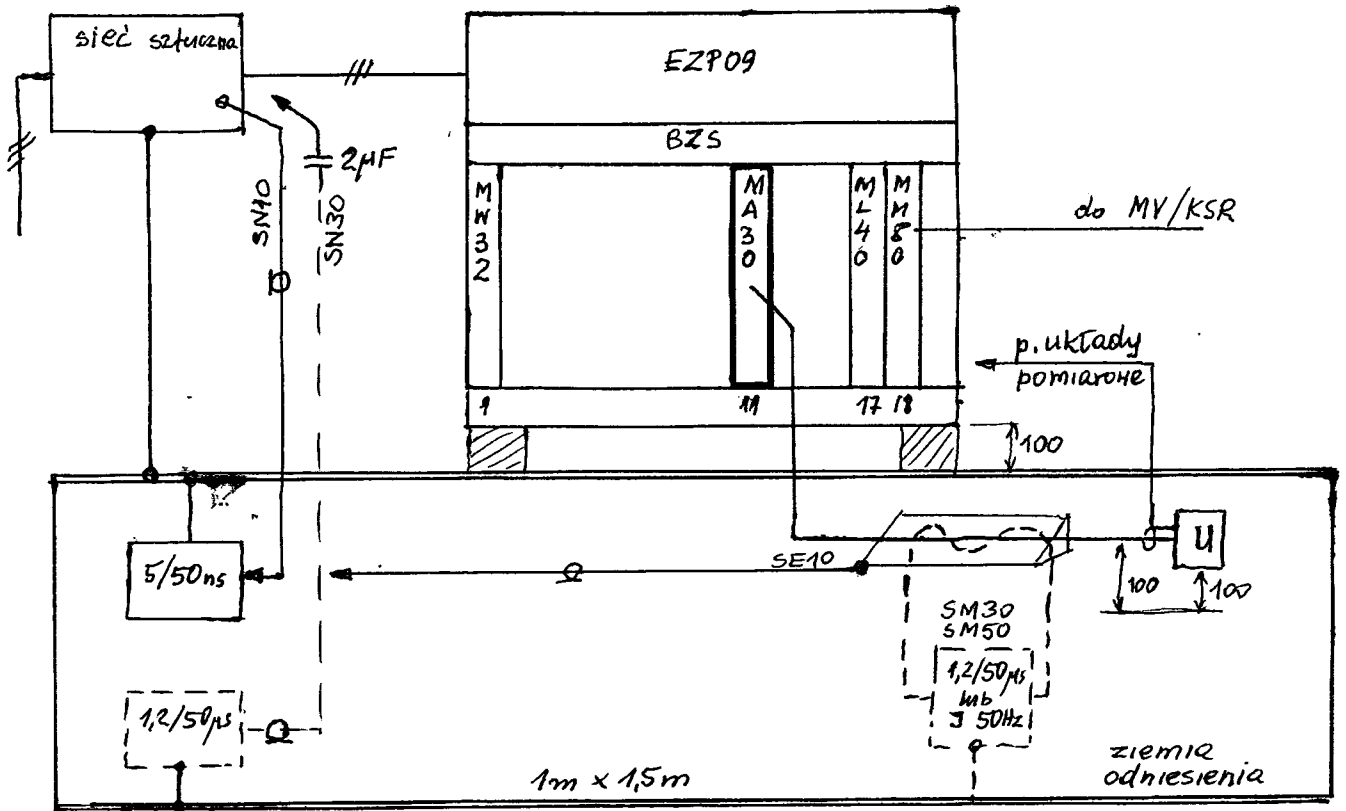
1. Na podstawie analizy wyników pomiarów zakłócalności pakietu można stwierdzić, że pakiet jest wrażliwy na zakłócenia impulsowe nanosekundowe. Dla zakłóceń o wolniejszym charakterze pakiet jest odporny.

2. Dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych można wyciągnąć następujące wnioski i spostrzeżenia:

- przed zmianami na pakiecie odporności pakietu od strony obwodu sieciowego i interfejsu były zbliżone i wynosiły ok. 0,5 kV. Przy wyższych poziomach zakłóceń wystąpiły objawy zakłócenia części cyfrowej pakietu, które objawiły się utratą funkcjonalności (BŁP, komunikat błąd pakietu) lub brakiem komunikacji z pakietem (BKZP)

- wprowadzone zmiany w pakiecie spowodowały podwyższenie odporności pakietu od strony obwodu sieciowego kasety, wyeliminowały występowanie objawu BKZP
 - poziom odporności od strony wejścia pomiarowego nawet po wprowadzonych zmianach jest niski. Podwyższenie jego poziomu można uzyskać na drodze zmniejszenia poziomu zakłóceń oddziaływujących na wejście pomiarowe, przykładowo przez wybór odpowiedniego układu połączeń ekranu kabla. Najkorzystniejsze połączenia ekranu to połączenia B,E, w których ekran kabla jest połączony z obudową kasety.
 - zakłócenia impulsowe niezależnie od polaryzacji impulsów powodują wzrost wartości maksymalnej. Należy zauważyć, że błędy bezwzględne w bitach są skwantowane 8, 16, 8+16, bądź występuje objaw BŁP
 - przy zakłócaniu wejścia pakietu impulsami o amplitudzie 0,5 kV występuje błąd do 28 bitów, a przy wyższych amplitudach zakłóca się część cyfrowa pakietu (występuje błąd pakietu)
 - przeprowadzono szereg prób w celu zidentyfikowania układu cyfrowego podlegającego zakłóceniu od strony wejścia analogowego. Istnieją przesłanki, że zakłóca się układ scalony 8253 (C6).
3. Po wprowadzonych zmianach Z1+Z2+Z3 i w układzie pomiarowym B pakiet cechuje się następującym poziomem odporności:
- od strony sieci kasety
- 1 kV 5/50 ns (SN10) przy błędach dodatkowych 28 bit (1,67 %)
 - 2 kV 5/50 ns (SN10) przy wprowadzeniu filtra sieciowego w obwodzie sieciowym kasety i dopuszczeniu błędów j.w.
 - 4 kV 1,2/50 μ s (SN30) bez błędów dodatkowych
- od strony wejścia pomiarowego (interfejsu)
- 0,5 kV 5/50 ns (SN10) przy błędach dodatkowych 27 bit (1,59 %)
 - 2 kV 4 J (SM30) bez błędów dodatkowych
 - 40A 50 Hz (SM30) bez błędów dodatkowych.
6. Wnioski
1. Prototyp pakietu MA30 wykonanego wg dokumentacji konstrukcyjnej nr arch. 4682 ze zmianami wprowadzonymi w czasie badań, opisanymi w p.3, spełnia wymagania odporności dla urządzenia w wykonaniu W1 wg PN-86/E-06600.

2. Przy stosowaniu pakietu w układzie sterowania robota pakiet powinien posiadać odporność jak dla urządzenia o wykonaniu W2. Prototyp pakietu MA30 nie spełnia wymagania W2 ze względu na niższy poziom odporności od strony interfejsu pomiarowego dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych. W wykonaniu W2 wymagany jest poziom odporności 1 kV/ 5/50 ns, pakiet osiągnął poziom 0,5 kV 5/50 ns.
3. Pakiet MA30 ze zmianami może być stosowany w robocie pod warunkiem, że obwód interfejsowy pomiarowy nie będzie wyprowadzony na zewnątrz szafy układu sterującego.



Rys. 1. Konfiguracja urządzeń na stanowisku oraz wejściowe układy pomiarowe

Tabl. 1. Zakłócalności od strony sieci kaseki po zmianach Z1 w układzie pomiarowym A

| Odczyt bez zakłóceń | | Amplituda impulsu zakłócającego/faza | | Odczyt po zakłóceniach | | Błąd bezwzględny | | Błąd w % | |
|---------------------|------|--------------------------------------|------|------------------------|------|------------------|----|----------|------|
| min | max | [kV] | faza | min | max | - | + | - | + |
| 1978 | 1978 | +0,5 | R | 1977 | 1986 | 1 | 8 | 0,05 | 0,4 |
| 1978 | 1978 | | | 1977 | 1986 | 1 | 8 | 0,05 | 0,4 |
| 1978 | 1978 | | | 1978 | 1986 | 0 | 8 | 0 | 0,4 |
| 1977 | 1977 | | O | 1976 | 1987 | 1 | 10 | 0,05 | 0,5 |
| 1977 | 1977 | | | 1977 | 1986 | 0 | 9 | 0 | 0,46 |
| 1977 | 1977 | | | 1977 | 1986 | 0 | 9 | 0 | 0,46 |
| 1976 | 1977 | | Z | 1976 | 1985 | 0 | 8 | 0 | 0,4 |
| 1976 | 1977 | | | 1976 | 1985 | 0 | 8 | 0 | 0,4 |
| 1976 | 1977 | | | 1976 | 1985 | 0 | 8 | 0 | 0,4 |
| 1978 | 1978 | -0,5 | R | 1978 | 1987 | 0 | 9 | 0 | 0,46 |
| 1978 | 1978 | | | 1978 | 1986 | 0 | 8 | 0 | 0,4 |
| 1978 | 1978 | | | 1978 | 1986 | 0 | 8 | 0 | 0,4 |
| 1977 | 1978 | | O | 1977 | 1986 | 0 | 8 | 0 | 0,4 |
| 1977 | 1977 | | | 1977 | 1986 | 0 | 9 | 0 | 0,46 |
| 1977 | 1978 | | | 1977 | 1980 | 0 | 2 | 0 | 0,1 |
| 1976 | 1977 | | Z | 1976 | 2001 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1976 | 1977 | | | 1976 | 2001 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1976 | 1977 | | | 1976 | 1993 | 0 | 16 | 0 | 0,81 |
| 1978 | 1978 | +1 | R | 1978 | 2002 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1978 | 1979 | | | 1978 | 1995 | 0 | 16 | 0 | 0,81 |
| 1978 | 1978 | | | 1978 | 2003 | 0 | 25 | 0 | 1,26 |
| 1977 | 1978 | | O | 1977 | 2002 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1977 | 1978 | | | 1977 | 2002 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1977 | 1978 | | | 1977 | 2002 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1976 | 1977 | | Z | 1976 | 2001 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1977 | 1977 | | | 1976 | 2001 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1976 | 1977 | | | | | | | | |
| 1978 | 1978 | -1 | R | 1978 | 2003 | 0 | 25 | 0 | 1,26 |
| 1978 | 1978 | | | 1978 | 2003 | 0 | 25 | 0 | 1,26 |
| 1978 | 1979 | | | 1978 | 2003 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1977 | 1978 | | O | 1977 | 2002 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1977 | 1978 | | | 1977 | 2002 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1977 | 1978 | | | 1977 | 2002 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1977 | 1977 | | Z | | BEP | | | | |
| 1976 | 1977 | | | | BEP | | | | |
| 1977 | 1977 | | | | BEP | | | | |

M

dlc. Tabl. 1

| Odczyt bez zakłóceń | | Amplituda impulsu zakłócającego / faza | | Odczyt po zakłóceniu | | Błąd bezwzględny | | Błąd % | |
|---------------------|------|--|------|----------------------|-----|------------------|---|--------|---|
| min | max | [kV] | faza | min | max | - | + | - | + |
| 1978 | 1978 | +2 | R | BŁP | | | | | |
| 1978 | 1979 | | | BŁP | | | | | |
| 1978 | 1978 | | | BŁP | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 1977 | 1978 | 0 | 0 | BKZP | | | | | |
| 1977 | 1978 | | | BKZP | | | | | |
| 1978 | 1978 | | | BKZP | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 1977 | 1977 | Z | Z | BKZP | | | | | |
| 1977 | 1977 | | | BKZP | | | | | |
| 1977 | 1977 | | | BŁP | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 1979 | 1979 | -2 | R | BKZP | | | | | |
| 1978 | 1979 | | | BKZP | | | | | |
| 1979 | 1979 | | | BKZP | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 1978 | 1978 | 0 | 0 | BKZP | | | | | |
| 1979 | 1978 | | | BKZP | | | | | |
| 1978 | 1978 | | | BKZP | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 1977 | 1977 | Z | Z | BKZP | | | | | |
| 1977 | 1977 | | | BKZP | | | | | |

Tabl. 1.1. Zakłócalność od strony wejścia pomiarowego (interfejsu) po zmianach 21 w układzie pomiarowym A

| Odczyt bez zakłóceń | | Amplituda impulsu zakłócającego [kV] | Odczyt po zakłóceniach | | Błąd bezwzględny | | Błąd w % | |
|---------------------|------|---|------------------------|------|------------------|----|----------|------|
| min | max | | min | max | - | + | - | + |
| 1979 | 1979 | +0,5 | 1978 | 2003 | 1 | 24 | 0,05 | 1,21 |
| 1978 | 1979 | | 1978 | 2003 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1979 | 1979 | | 1978 | 2003 | 1 | 24 | 0,05 | 1,21 |
| 1979 | 1979 | -0,5 | 1979 | 2004 | 0 | 25 | 0 | 1,26 |
| 1979 | 1979 | | 1979 | 2003 | 0 | 24 | 0 | 1,21 |
| 1979 | 1979 | | 1979 | 2004 | 0 | 25 | 0 | 1,26 |
| 1979 | 1979 | +1 | | BEP | | | | |
| 1979 | 1979 | | | BEP | | | | |
| 1979 | 1979 | | | BEP | | | | |
| 1979 | 1979 | -1 | | BEP | | | | |
| 1979 | 1979 | | | BEP | | | | |
| 1979 | 1979 | | | BEP | | | | |

Tabl. 2 Zakłócalność od strony sieci Kaseły po zmianach 21+22+23 w układzie pomiarowym B

| Odczyt bez zakłóceń | | Amplituda impulsu zakłócającego / faza | | Odczyt po zakłóceniach | | Błąd bezwzględny | | Błąd w % | |
|---------------------|------|--|------|------------------------|------|------------------|----|----------|------|
| min | max | [kV] | faza | min | max | - | + | - | + |
| 1671 | 1672 | +0,5 | R | 1671 | 1676 | 0 | 4 | 0 | 0,24 |
| 1671 | 1672 | | | 1671 | 1678 | 0 | 6 | 0 | 0,36 |
| 1671 | 1672 | | | 1671 | 1677 | 0 | 5 | 0 | 0,3 |
| 1675 | 1675 | | 0 | 1675 | 1683 | 0 | 8 | 0 | 0,48 |
| 1675 | 1675 | | | 1675 | 1676 | 0 | 1 | 0 | 0,06 |
| 1675 | 1675 | | | 1675 | 1678 | 0 | 3 | 0 | 0,18 |
| 1678 | 1678 | | Z | 1678 | 1687 | 0 | 9 | 0 | 0,54 |
| 1678 | 1678 | | | 1678 | 1687 | 0 | 9 | 0 | 0,54 |
| 1678 | 1679 | | | 1678 | 1686 | 0 | 7 | 0 | 0,42 |
| 1671 | 1672 | -0,5 | R | 1671 | 1679 | 0 | 7 | 0 | 0,42 |
| 1671 | 1672 | | | 1671 | 1679 | 0 | 7 | 0 | 0,42 |
| 1672 | 1672 | | | 1671 | 1678 | 1 | 6 | 0,06 | 0,36 |
| 1675 | 1675 | | 0 | 1675 | 1683 | 0 | 8 | 0 | 0,48 |
| 1675 | 1675 | | | 1675 | 1683 | 0 | 8 | 0 | 0,48 |
| 1675 | 1675 | | | 1675 | 1683 | 0 | 8 | 0 | 0,48 |
| 1679 | 1679 | | Z | 1679 | 1687 | 0 | 8 | 0 | 0,48 |
| 1679 | 1679 | | | 1679 | 1688 | 0 | 9 | 0 | 0,54 |
| 1679 | 1679 | | | 1679 | 1688 | 0 | 9 | 0 | 0,54 |
| 1672 | 1672 | +1 | R | 1671 | 1678 | 1 | 6 | 0,06 | 0,36 |
| 1672 | 1672 | | | 1671 | 1681 | 1 | 9 | 0,06 | 0,54 |
| 1672 | 1672 | | | 1671 | 1673 | 1 | 1 | 0,06 | 0,06 |
| 1675 | 1675 | | 0 | 1675 | 1678 | 0 | 3 | 0 | 0,18 |
| 1675 | 1675 | | | 1675 | 1678 | 0 | 3 | 0 | 0,18 |
| 1675 | 1676 | | | 1675 | 1683 | 0 | 7 | 0 | 0,42 |
| 1679 | 1679 | | Z | 1679 | 1689 | 0 | 10 | 0 | 0,6 |
| 1679 | 1679 | | | 1679 | 1697 | 0 | 18 | 0 | 1,07 |
| 1679 | 1679 | | | 1679 | 1698 | 0 | 19 | 0 | 1,13 |
| 1672 | 1672 | -1 | R | 1672 | 1689 | 0 | 17 | 0 | 1,02 |
| 1672 | 1673 | | | 1672 | 1682 | 0 | 9 | 0 | 0,54 |
| 1672 | 1673 | | | 1672 | 1682 | 0 | 9 | 0 | 0,54 |
| 1675 | 1676 | | 0 | 1675 | 1692 | 0 | 16 | 0 | 0,95 |
| 1675 | 1676 | | | 1675 | 1688 | 0 | 10 | 0 | 0,6 |
| 1675 | 1676 | | | 1675 | 1685 | 0 | 9 | 0 | 0,54 |
| 1679 | 1679 | | Z | 1679 | 1707 | 0 | 28 | 0 | 1,67 |
| 1679 | 1680 | | | 1679 | 1707 | 0 | 27 | 0 | 1,61 |
| 1679 | 1679 | | | 1679 | 1706 | 0 | 27 | 0 | 1,61 |
| 1673 | 1673 | +2 | R | | BEP | | | | |
| 1673 | 1673 | | | | BEP | | | | |
| 1674 | 1674 | | | | BEP | | | | |
| 1675 | 1676 | | 0 | | BEP | | | | |
| 1675 | 1676 | | | | BEP | | | | |
| 1675 | 1676 | | | | BEP | | | | |
| 1679 | 1679 | | Z | | BEP | | | | |
| 1679 | 1679 | | | | BEP | | | | |
| 1679 | 1679 | | | | BEP | | | | |

14

dc tabl. 2

| Odczyt bez zakłóceń | | Amplituda impulsu zakłócającego / faza | | Odczyt po zakłóceniach | | Błąd bezwzględny | | Błąd w % | |
|---------------------|------|--|------|------------------------|-----|------------------|---|----------|---|
| min | max | [kV] | faza | min | max | - | + | - | + |
| 1674 | 1674 | -2 | R | BŁP | | | | | |
| 1674 | 1674 | | | BŁP | | | | | |
| 1674 | 1675 | | | BŁP | | | | | |
| 1675 | 1676 | | 0 | BŁP | | | | | |
| 1675 | 1676 | | | BŁP | | | | | |
| 1675 | 1676 | | | BŁP | | | | | |
| 1679 | 1679 | | Z | BŁP | | | | | |
| 1679 | 1680 | | | BŁP | | | | | |
| 1679 | 1679 | | | BŁP | | | | | |

Tabl. 2.1. Zakłócalność od strony interfejsu w układzie pomiarowym B (po zmianach Z1+Z2+Z3)

| Odczyt bez zakłóceń | | Amplituda impulsu zakłócającego [kV] | Odczyt po zakłóceniach | | Błąd bezwzględny | | Błąd w % | |
|---------------------|------|---|------------------------|------|------------------|----|----------|------|
| min | max | | min | max | - | + | - | + |
| 1699 | 1700 | + 0,5 | 1699 | 1725 | 0 | 25 | 0 | 1,47 |
| 1699 | 1700 | | 1699 | 1725 | 0 | 25 | 0 | 1,47 |
| 1699 | 1700 | | 1699 | 1725 | 0 | 25 | 0 | 1,47 |
| 1699 | 1700 | - 0,5 | 1699 | 1726 | 0 | 26 | 0 | 1,53 |
| 1699 | 1700 | | 1699 | 1726 | 0 | 26 | 0 | 1,53 |
| 1699 | 1700 | | 1699 | 1727 | 0 | 27 | 0 | 1,59 |
| 1699 | 1700 | + 1 | BŁP | | | | | |
| 1699 | 1700 | | BŁP | | | | | |
| 1699 | 1700 | | BŁP | | | | | |
| 1699 | 1700 | - 1 | BŁP | | | | | |
| 1699 | 1700 | | BŁP | | | | | |
| 1699 | 1700 | | BŁP | | | | | |

Tabl. 3 Zakłócalność od strony sieci kasety po zmianach 2.1+2.2+2.3+2.4 (z filtrem sieciowym) układ pomiarowy B

| Odczyt bez zakłóceń | | Amplituda impulsu zakłócającego / faza | | Odczyt po zakłóceniach | | Błąd bezwzględny | | Błąd w % | | |
|---------------------|------|--|------|------------------------|------|------------------|----|----------|------|------|
| min | max | [kV] | faza | min | max | - | + | - | + | |
| 1700 | 1700 | +0,5 | R | 1669 | 1706 | 1 | 6 | 0,06 | 0,35 | |
| 1700 | 1700 | | | 1669 | 1707 | 1 | 7 | 0,06 | 0,41 | |
| 1700 | 1700 | | | 1669 | 1707 | 1 | 7 | 0,06 | 0,41 | |
| 1663 | 1664 | | Q | 1663 | 1670 | 0 | 6 | 0 | 0,36 | |
| 1663 | 1664 | | | 1663 | 1669 | 0 | 5 | 0 | 0,3 | |
| 1663 | 1664 | | | 1663 | 1668 | 0 | 4 | 0 | 0,24 | |
| 1650 | 1651 | | | Z | 1650 | 1657 | 0 | 6 | 0 | 0,36 |
| 1655 | 1655 | | | | 1655 | 1655 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1655 | 1656 | | 1655 | 1656 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 1700 | 1700 | -0,5 | R | 1669 | 1705 | 1 | 5 | 0,06 | 0,29 | |
| 1700 | 1700 | | | 1669 | 1704 | 1 | 4 | 0,06 | 0,24 | |
| 1700 | 1700 | | | 1669 | 1705 | 1 | 5 | 0,06 | 0,29 | |
| 1664 | 1664 | | Q | 1663 | 1670 | 1 | 6 | 0,06 | 0,36 | |
| 1664 | 1664 | | | 1663 | 1669 | 1 | 5 | 0,06 | 0,3 | |
| 1664 | 1664 | | | 1663 | 1670 | 1 | 6 | 0,06 | 0,36 | |
| 1655 | 1656 | | Z | 1655 | 1661 | 0 | 5 | 0 | 0,3 | |
| 1656 | 1656 | | | 1655 | 1663 | 1 | 7 | 0,06 | 0,42 | |
| 1656 | 1657 | | 1656 | 1670 | 0 | 13 | 0 | 0,78 | | |
| 1700 | 1700 | +1 | R | 1699 | 1708 | 1 | 8 | 0,06 | 0,47 | |
| 1700 | 1700 | | | 1699 | 1708 | 1 | 8 | 0,06 | 0,47 | |
| 1700 | 1700 | | | 1699 | 1709 | 1 | 9 | 0,06 | 0,53 | |
| 1664 | 1664 | | Q | 1663 | 1672 | 1 | 8 | 0,06 | 0,48 | |
| 1664 | 1664 | | | 1663 | 1672 | 1 | 8 | 0,06 | 0,48 | |
| 1665 | 1665 | | | 1664 | 1673 | 1 | 8 | 0,06 | 0,48 | |
| 1658 | 1658 | | Z | 1658 | 1668 | 0 | 10 | 0 | 0,6 | |
| 1659 | 1659 | | | 1659 | 1669 | 0 | 10 | 0 | 0,6 | |
| 1659 | 1659 | | 1659 | 1669 | 0 | 10 | 0 | 0,6 | | |
| 1700 | 1700 | -1 | R | 1669 | 1709 | 1 | 9 | 0,06 | 0,53 | |
| 1700 | 1700 | | | 1669 | 1709 | 1 | 9 | 0,06 | 0,53 | |
| 1700 | 1700 | | | 1669 | 1710 | 1 | 10 | 0,06 | 0,59 | |
| 1665 | 1665 | | Q | 1665 | 1673 | 0 | 8 | 0 | 0,48 | |
| 1666 | 1666 | | | 1666 | 1676 | 0 | 10 | 0 | 0,6 | |
| 1666 | 1667 | | | 1666 | 1676 | 0 | 9 | 0 | 0,54 | |
| 1659 | 1660 | | Z | 1659 | 1669 | 0 | 9 | 0 | 0,54 | |
| 1659 | 1660 | | | 1659 | 1685 | 0 | 25 | 0 | 1,51 | |
| 1659 | 1660 | | 1659 | 1678 | 0 | 18 | 0 | 1,08 | | |
| 1700 | 1700 | +2 | R | 1669 | 1726 | 1 | 26 | 0,06 | 1,53 | |
| 1700 | 1700 | | | 1669 | 1726 | 1 | 26 | 0,06 | 1,53 | |
| 1700 | 1700 | | | 1669 | 1726 | 1 | 26 | 0,06 | 1,53 | |
| 1667 | 1667 | | Q | 1667 | 1686 | 0 | 19 | 0 | 1,14 | |
| 1667 | 1667 | | | 1667 | 1693 | 0 | 26 | 0 | 1,56 | |
| 1667 | 1667 | | | 1667 | 1695 | 0 | 28 | 0 | 1,68 | |
| 1659 | 1660 | | Z | 1659 | 1687 | 0 | 27 | 0 | 1,63 | |
| 1660 | 1660 | | | 1659 | 1687 | 1 | 27 | 0,06 | 1,63 | |
| 1660 | 1661 | | 1660 | 1688 | 0 | 27 | 0 | 1,63 | | |

dc Tbl. 3

| Odczyt bez zakłóceń | | Amplituda impulsu zakłócającego / faza | | Odczyt po zakłóceniach | | Błąd bezwzględny | | Błąd w % | | | |
|---------------------|------|--|------|------------------------|------|------------------|------|----------|------|---|------|
| min | max | [kV] | faza | min | max | - | + | - | + | | |
| 1700 | 1700 | -2 | R | 1699 | 1726 | 1 | 26 | 0,06 | 1,53 | | |
| 1700 | 1700 | | | 1699 | 1727 | 1 | 26 | 0,06 | 1,53 | | |
| 1700 | 1700 | | | 1700 | 1727 | 0 | 27 | 0 | 1,59 | | |
| 1667 | 1667 | | | 0 | O | 1667 | 1694 | 0 | 27 | 0 | 1,62 |
| 1667 | 1667 | | | | | 1667 | 1695 | 0 | 28 | 0 | 1,68 |
| 1667 | 1667 | | | | | 1667 | 1694 | 0 | 27 | 0 | 1,62 |
| 1661 | 1662 | Z | Z | BŁP | | | | | | | |
| 1662 | 1662 | | | BŁP | | | | | | | |
| 1663 | 1663 | | | BŁP | | | | | | | |
| 1700 | 1700 | +4 | R | BŁP | | | | | | | |
| 1700 | 1700 | | | BŁP | | | | | | | |
| 1700 | 1700 | | | BŁP | | | | | | | |
| 1667 | 1668 | | | 0 | O | BŁP | | | | | |
| 1667 | 1668 | | | | | BŁP | | | | | |
| 1667 | 1668 | | | | | BŁP | | | | | |
| 1663 | 1663 | Z | Z | BŁP | | | | | | | |
| 1663 | 1663 | | | BŁP | | | | | | | |
| 1663 | 1663 | | | BŁP | | | | | | | |
| 1700 | 1700 | -4 | R | BŁP | | | | | | | |
| 1700 | 1700 | | | BŁP | | | | | | | |
| 1700 | 1700 | | | BŁP | | | | | | | |
| 1667 | 1668 | | | 0 | O | BŁP | | | | | |
| 1667 | 1668 | | | | | BŁP | | | | | |
| 1667 | 1668 | | | | | BŁP | | | | | |
| - | - | Z | Z | - | | | | | | | |
| - | - | | | - | | | | | | | |
| - | - | | | - | | | | | | | |

Tabl. 3.1. Zakłócalność od strony interfejsu 4 układów pomiarowym B (po zmianach Z1+Z2+Z3+Z4)

| Odczyt bez zakłóceń | | Amplituda impulsu zakłócającego [kV] | Odczyt po zakłóceniach | | Błąd bezwzględny | | Błąd w % | |
|---------------------|------|---|------------------------|------|------------------|----|----------|------|
| min | max | | min | max | - | + | - | + |
| 1699 | 1700 | + 0,5 | 1699 | 1725 | 0 | 25 | 0 | 1,47 |
| 1699 | 1700 | | 1699 | 1725 | 0 | 25 | 0 | 1,47 |
| 1699 | 1700 | | 1699 | 1725 | 0 | 25 | 0 | 1,47 |
| 1699 | 1700 | - 0,5 | 1699 | 1726 | 0 | 26 | 0 | 1,53 |
| 1699 | 1700 | | 1699 | 1725 | 0 | 25 | 0 | 1,47 |
| 1699 | 1700 | | 1699 | 1726 | 0 | 26 | 0 | 1,53 |
| 1699 | 1700 | + 1 | BŁP | | | | | |
| 1699 | 1700 | | BŁP | | | | | |
| 1699 | 1700 | | BŁP | | | | | |
| 1699 | 1700 | - 1 | BŁP | | | | | |
| 1699 | 1700 | | BŁP | | | | | |
| 1699 | 1700 | | BŁP | | | | | |