

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

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

442 Grupa Problemowa d/s Kompatybilności Elektromagnetycznej

Główny wykonawca

BE10

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

Konsultant mgr inż. Hermanowski

Nr zlecenia
5602

Badania odporności na zakłócenia elektromagnetyczne światłowodowego urządzenia komunikacyjnego transmisji danych.

Zleceniodawca OTO Lublin

Pracę rozpoczęto dnia 87.12.10

Kierownik Gr.Pr.

Z-ca Dyrektora
d/s Pomiarów

zakończono dnia 88.01.11

Kierownik OBN

mgr inż. Cz.Godzisz

dr inż. J.Winiecki

dr inż. St.Budzynski

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 14

Egz. 1 BOINTE

rysunków 4

Egz. 2 OTO

fotografii

Egz. 3 OBN

tabel 1

Egz. 4 OTO

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 5992

NIE UDOSTĘPNIAC BEZ ZGODY ZLECENIODAWCY.

Analiza deskryptorowa

TELEKOMUNIKACJA: /~~PRZESYŁKA DANYCH~~ + /~~MODEM~~ + ŚWIATŁOWÓD.
KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA + BADANIA.

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera wyniki badań zakłócalności światłowodowego modemu komunikacyjnego z interfejsem DCE standardu V24.
Sformułowane wnioski dot. uzyskanych poziomów odporności na zakłócenia, sposobu badań oraz zawierają propozycje zmian konstrukcyjnych. Badania przeprowadzono metodami zg. z PN-86/E-06600.

Tytuły poprzednich sprawozdań

nie ma

681.327.8 urządzenia do transmisji danych
681.7.068 włókna szklane

UKD

SIAP-252/03-6000

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Charakterystyka badanego urządzenia
3. Układ pomiarowy i testy
4. Zakres i metody badań
5. Wyniki pomiarów
6. Wnioski

SPIS RYSUNKÓW

- Rys.1 Układ pomiarowy podstawowy
- Rys.2 Układ pomiarowy przy zakłóceniach obwodu sieciowego
- Rys.3 Układy pomiarowe przy zakłóceniach interfejsu
- Rys.4 Układy pomiarowe przy zakłóceniach ESD i impulsowych pól magnetycznych

1. Wstęp

Przedmiotem pracy były badania odporności na zakłócenia elektromagnetyczne "światłowodowego urządzenia komunikacyjnego transmisji danych DCE", zwanego dalej modemem komunikacyjnym, modemem.

Celem badań było określenie poziomów odporności modemu na zakłócenia umowne oraz stwierdzenie czy dostarczony do badań model użytkowy modemu spełnia wymagania na wykonanie W2 wg PN-86/E-06600, postawione w "Wymaganiach techniczno-eksploatacyjnych na urządzenie komunikacyjne transmisji danych DCE" /opracowanie OT0 Lublin, 1987 r./.

Sformułowane wnioski dotyczą uzyskanych wyników badań, propozycji zmian oraz sposobu przeprowadzania badań.

2. Charakterystyka badanego urządzenia

Do badań dostarczony model użytkowy modemu bez dokumentacji konstrukcyjnej i eksploatacyjnej.

Modem jest wykonany jako samodzielne urządzenie umieszczone w obudowie typu ZDB 128x250x292, zasilane z sieci jednofazowej, wykonane w I klasie ochronności /z przewodem ochronnym/, z przyłączeniowym kablem sieciowym o długości 1,75 m.

Interfejs DCE jest wyprowadzony na złącze szufladowe typu 881.025 umieszczone na tylnej ścianie obudowy.

Łącze światłowodowe wprowadzono bezpośrednio do wnętrza obudowy przez otwór w płycie czołowej. Na płycie czołowej usytuowano następujące elementy manipulacyjne i sygnalizacyjne:

- przycisk wyłącznika sieciowego
- LED /czerwony/ sygnalizujący włączenie sieci
- LED /czerwony/ sygnalizujący obniżenie sygnału w torze światłowodowym poniżej poziomu dopuszczalnego lub brak transmisji.

Od strony interfejsu DCE modem zapewnia współpracę z urządzeniem wyposażonym w styk S2 standardu V24, od strony łącza optycznego S0 z łączem światłowodowym o długości do 6 km.

Podstawowe parametry modemu: praca dwukierunkowa, asynchroniczna lub synchroniczna z szybkością transmisji 0...20 kbit/s przy stopie błędów 10^{-9} .

Typowy tor transmisyjny zestawiony jest z dwóch modemów współpracujących z urządzeniami końcowymi przez interfejs DCE.

3. Układ pomiarowy i testy

Badania modemu wykonano w podstawowym układzie pomiarowym pokazanym na rys.1. Układ zestawiono z następujących urządzeń:

Modemu badanego /MB/ - przystosowanego przez zleceniodawcę do pracy w stanie zapętlnym na interfejsie DCE /sygnał odebrany podano bezpośrednio na wejście nadawania, zwarte piny 2-3 na złączu interfejsu DCE/ oraz od strony optycznej z wprowadzonymi tłumikami odpowiadającymi tłumienności sygnału optycznego w łączu o długości 6 km.

Modemu pomocniczego /MP/ - przystosowanego do współpracy z łączem optycznym MB a od strony elektrycznej z miernikiem ESP opracowanym przez OTO Lublin, zwanym dalej testerem.

Generators /G/ - sygnału prostokątnego o poziomie TTL, zewnętrznego zegara testera, którego częstotliwość określa szybkość transmisji w bit/s.

Informacja wysyłana przez testera jest nadawana przez MP do MB poprzez łącze optyczne. W MB informacja odebrana przez część odbiorczą po przejściu przez elementy interfejsu elektrycznego DCE jest skierowana do części nadawczej. Informacja nadawana przez MB po przejściu przez łącze optyczne jest odbierana przez MP i skierowana do testera. W testerze następuje analiza informacji wysyłanej i przyjmowanej oraz rejestracja błędów, które są wyświetlone na wskaźniku cyfrowym ESB. Postać informacji wysyłanej przez tester może być zmieniana odpowiednimi elementami manipulacyjnymi /zestaw 16 przełączników/ a szybkość transmisji bit/s częstotliwością generatora G.

Poprawna transmisja informacji zachodzi wówczas gdy:

- stan wskaźnika ESB jest zerowy
- nie występuje sygnalizacja /zaświecenie LED/ obniżenia się poziomu sygnału lub braku transmisji w obu modemach MB i MP.

W uzgodnieniu ze Zleceniodawcą przyjęto, że badania będą przeprowadzone dla następującej postaci informacji

- GP /informacja przypadkowa generowana przez tester przy przycisku GP+/
GP+/
- 5555, AAAA, 0000, FFFF /informacje zadawane na przełącznikach testera/ przy przycisku GP-/
GP-/
oraz dla dwóch szybkości transmisji 20 kbit/s, 2,4 kbit/s.

4. Zakres i metody badań

Pomiary poziomu zakłócalności modemu badanego przeprowadzono zgodnie z PN-86/E-06600 /dalej skrótowo oznaczona PN/ dla następujących

punktów pomiarowych i umownych sygnałów zakłócających:

4.1. Obwód sieciowy modemu - punkt pomiarowy bolce wtyczki kabla sieciowego /R,N,Z/ przy zakłóceniach:

a/ impulsowych nanosekundowych 5/50 ns, metoda symulacji SN10 zgodnie z zał.1 do PN. Układ pomiarowy rys.2, generator zakłóceń GZ - typ NSG225 /Schaffner/, sieć sztuczna SSz- typ IKSAiP Wrocław. Czas narażania 1/2 min dla jednego punktu pomiarowego i jednej polaryzacji impulsu

b/ impulsowych dużej energii 1,2 / 50 μ s /8/20 μ s/ o energii 1 J przy amplitudzie 1 kV, metoda symulacji SM30 i SS30 zgodnie z zał.3 do PN. Układ pomiarowy jak na rys.2, generator zakłóceń GZ - typ MERA PIAP, element oddzielający i sprzęgający w sieci sztucznej L = 2,2 mH, C = 4 μ F.

W każdym układzie pomiarowym symetrycznym i niesymetrycznym punkty pomiarowe naraża się 10 impulsami z częstością 1 imp/10 s o każdej polaryzacji

c/ dynamicznych zmianach napięcia zasilania, krótkotrwałe zaniki napięcia U/0, metoda symulacji SS70 zgodnie z zał.7 do PN.

Układ pomiarowy jak na rys.2, symulator zakłóceń SZS typ SZS-2 /MERA PIAP/. Częstość inicjowanych zakłóceń 0,1/s, liczba zakłóceń 10.

4.2. Obwód interfejsowy DCE - modemu - punkt pomiarowy para przewodów skręconych o długości 2 m, łącząca piny 2-3 złącza interfejsowego /pin 7 masa/, przy zakłóceniach:

a/ impulsowych nanosekundowych 5/50 ns, metoda symulacji SE10 zgodnie z zał.1 do PN. Układ pomiarowy rys.3, generator zakłóceń GZ- typ NSG225 /Schaffner/, urządzenie sprzęgające - klamra pojemnościowa /MERA PIAP/, czas narażania 1/2 min dla każdej polaryzacji impulsów

b/ impulsowych dużej energii 1,2/50 us /8/20 us/, metoda symulacji SM30 zgodnie z zał.3 do PN. Układ pomiarowy rys.3, generator zakłóceń GZ - typ MERA PIAP, urządzenie sprzęgające - przewód testowy z prądem owinięty dookoła pary przewodów interfejsowych 2 zw/m. Czas badania jak w p. 4.1.b/.

4.3. Modem jako urządzenie obudowane przy zakłóceniach:

a/ wyładowaniach elektryczności statycznej ESD, metoda symulacji SE30 zgodnie z zał.8 do PN. Wyładowania bezpośrednio na dostępne zewnętrzne powierzchnie obudowy, potencjał odniesienia bolce ochronny wtyczki kabla sieciowego, układ pomiarowy rys.4, symulator zakłóceń

ESD - typ SED-2 /MERA PIAP/. Częstość wyładowań 1/s, 10 wyładowań na wybrany punkt pomiarowy

b/ impulsowych dużej energii 1,2/50 μ s /8/20 μ s/, metoda symulacji SM30 zgodnie z zał.3 do PN. Układ pomiarowy rys.4, generator zakłóceń GZ - typ MERA PIAP, urządzenie sprzęgające przewód testowy z prądem 1 zwoj. dookoła obudowy dla trzeciej osi geometrycznych obudowy. Czas badania jak w p. 1b/.

Modem badany umieszczono na wysokości 0,1 m nad płaszczyznę ziemi odniesienia o powierzchni 1 m x 1 m. Stanowisko badania zakłócalności oddalono od urządzeń pomocniczych /MP, testera, generatora/.

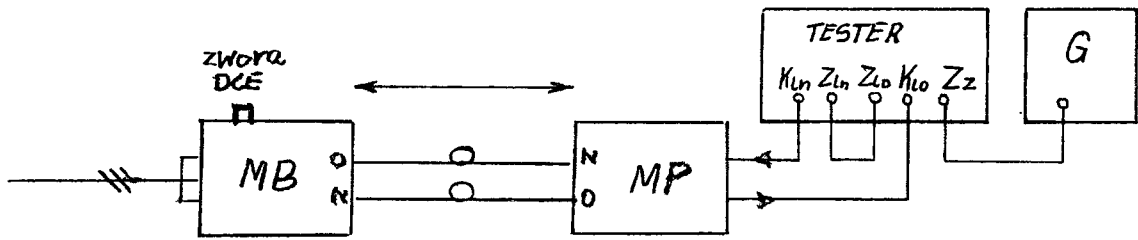
Urządzenia pomocnicze zasilono z sieci ^{ie} zakłóconej poprzez dodatkowy filtr przeciwzakłóceńowy.

Stwierdzono, że tester pracuje poprawnie przy wytwarzanych na stanowisku badawczym zakłóceń. Sprawdzenie dokonano przy połączeniu gniazd KLo i KLn na testerze.

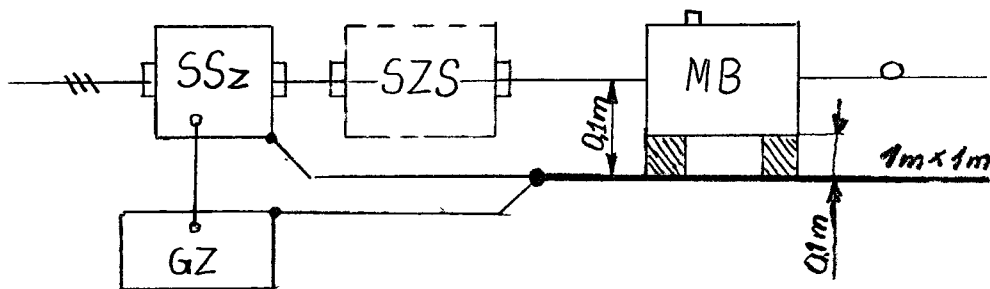
Sprawdzono, że w układach pomiarowych zakłócalności przy braku zakłóceń i czasie obserwacji co najmniej 2 min. transmisja przebiega poprawnie.

Ustalono następującą procedurę badań:

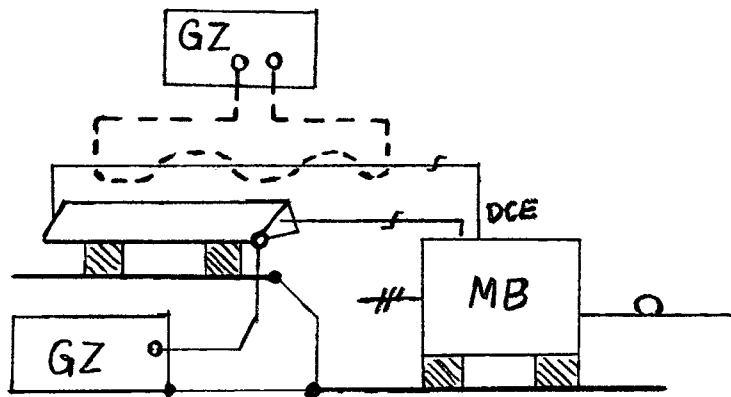
- ustawienie postaci informacji i szybkości transmisji testera
- sprawdzenie poprawności transmisji w układzie pomiarowym w warunkach bez zakłóceń
- narażenia zakłócaniami o zadanym poziomie i polaryzacji przez czas określony w p.4.1 do 4.3 oraz obserwacja lampek sygnalizacyjnych na MB i MP oraz wskazań testera
- wyłączenie zakłóceń, rejestracja obserwowanych objawów zakłóceń
- ponowne sprawdzenie poprawności transmisji w warunkach bez zakłóceń /po wyzerowaniu wskazań testera/
- zwiększenie poziomu zakłócenia i postępowanie jak wyżej.



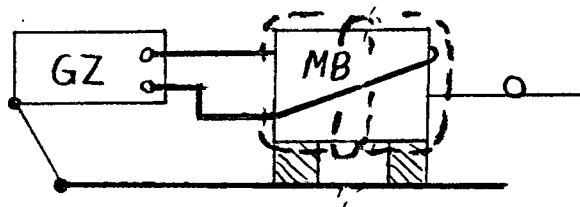
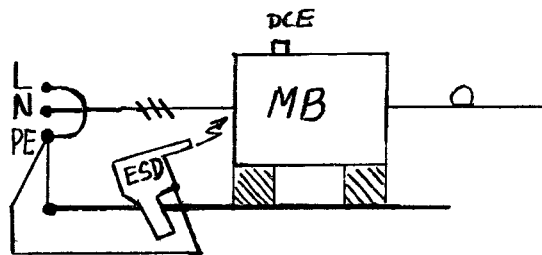
Rys.1. Układ pomiarowy podstawowy



Rys.2. Układ pomiarowy przy zakłóceniach obwodu sieciowego



Rys.3. Układ pomiarowy przy zakłóceniach interfejsu



Rys.4. Układ pomiarowy przy zakłóceniach ESD i impulsowych pól magnetycznych.

5. Wyniki pomiarów

1. Wstępne badania zakłócalności przeprowadzono w obwodzie sieciowym modemu badanego przy zakłóceniach impulsowych nanosekundowych 5/50 ns oraz krótkotrwałych zanikach napięcia sieci.

Przy zakłóceniach impulsowych 5/50 ns stwierdzono, że objawy zakłóceń występują przy amplitudach impulsów powyżej 3 kV. Dla niższych poziomów amplitud impulsów wskaźnik testera wskazuje wartość zerową, a po przekroczeniu poziomu amplitud ok. 3 kV wskazania wskaźnika testera gwałtownie wzrastają.

W związku z powyższym zdecydowano się wydłużyć czas narażenia impulsami do 2 min dla niższych poziomów zakłóceń, przy których nie występują objawy zakłóceń.

Dla krótkotrwałych zaników o czasie trwania ok. 17 ms stwierdzono pojawienie niezerowych wskazań wskaźnika testera. W związku z tym Zleceniodawca wprowadził dwa dodatkowe kondensatory elektrolityczne /o pojemności 470 μF / w obwodzie zasilacza +12 V.

Dalsze badania przeprowadzono z wyżej opisaną zmianą w zasilaczu MB.

2. Przy zakłóceniach obwodu sieciowego impulsami nanosekundowymi

5/50 ns, metoda symulacji SN10, dla wszystkich postaci informacji /GP, 5555, AAAA, 0000, FFFF/ i obu szybkości transmisji /20 kbit/s i 2,4 kbit/s/ nie stwierdzono objawów zakłóceń dla amplitud impulsów +0,5 kV, +1 kV, +2 kV. Również nie stwierdzono wystąpienia objawów zakłóceń przy poziomie +2 kV i wydłużonym czasie narażenia do 2 min na każdy zakłócany przewód sieciowy i dla każdej polaryzacji impulsów. Przy amplitudzie impulsów 4 kV i czasie narażenia 1/2 min na każdy zakłócany przewód i dla każdej polaryzacji wystąpiły objawy zakłóceń rejestrowane na wskaźniku testera, zestawienie wyników podaje tab.1.

Przeprowadzono dodatkowe pomiary zakłócalności dla transmitowanej informacji GP i 0000 z szybkością 20 kbit/s. przy zastosowaniu:

- sygnału zakłócającego 5/100 ns z płynną regulacją amplitudy do 2,5 kV /symulator NSG222A/, nie stwierdzono objawów zakłóceń transmisji przy amplitudzie +2,5 kV
- sygnału zakłócającego 25 ns/1 μs z płynną regulacją amplitudy do 2,5 kV /symulator NSG224A/, nie stwierdzono objawów zakłóceń transmisji przy amplitudzie +2,5 kV.

Przy dodatkowych pomiarach częstotliwość generacji impulsów wynosiła 10 Hz, a czas narażenia 2 min dla obu polaryzacji impulsów i każdego przewodu przyłącza sieciowego, układ pomiarowy rys.2.

Tabela 1

Wskazania testera przy zakłóceniach impulsowych nanosekundowych 5/50 ns obwodu sieciowego, amplituda impulsów 4 kV, czas narażenia 1/2 min

Postać in- formacji	Zakłócony przewód przyłącza polaryzacja impulsów					
	Z		N		R	
	+	-	+	-	+	-
szybkość transmisji 20 kbit/s						
GP	27	18	11	13	11	20
5555	21	27	8	21	9	15
AAAA	23	32	5	17	7	25
FFFF	20	16	9	4	12	11
0000	16	31	7	10	7	17
szybkość transmisji 2,4 kbit/s						
GP	5	4	5	2	3	4
FFFF	5	5	1	4	2	3
0000	7	8	2	7	2	4

3. Przy zakłóceniach obwodu interfejsowego impulsami nanosekundowymi 5/50 ns, metoda symulacji SE10, dla wszystkich postaci informacji /GP, 5555, AAAA, 0000, FFFF/ i obu szybkości transmisji /20 kbit/s i 2,4 kbit/s/ nie stwierdzono objawów zakłóceń dla amplitud impulsów $\pm 0,5$ kV, ± 1 kV, ± 2 kV.

Sprawdzono, że przy amplitudzie ± 2 kV i wydłużonym czasie narażenia do 2 min dla każdej polaryzacji również nie wystąpiły objawy zakłóceń.

4. Przy zakłóceniach obwodu interfejsowego impulsami dużej energii 1,2/50 μ s /8/20 μ s/ metoda symulacji SM30, nie stwierdzono objawów zakłóceń dla impulsów o amplitudzie i energii 1 kV/1 J, 2 kV/4 J, 4 kV/16 J. Dla amplitudy 4 kV wykonano sprawdzenie dla informacji GP, 0000, FFFF przy zainicjowaniu 3 impulsów narażeniowych dla każdej polaryzacji.

5. Przy zakłóceniach obudowy modemu impulsowym polem magnetycznym od prądów impulsowych dużej energii 1,2/50 μ s /8/20 μ s/ metoda symulacji SM30, nie stwierdzono objawów zakłóceń przy amplitudach i energiach 1 kV/1 J, 2 kV/4 J, 4 kV/16 J. Sprawdzenie przeprowadzono dla informacji GP, 0000, FFFF przy inicjacji 10 impulsów dla każdej polaryzacji i dla trzech osi symetrii obudowy.

6. Przy krótkotrwałych zanikach napięcia sieci /metoda SS70/ stwierdzono:

- przy zaniku o czasie trwania 0-23 ms nie występują objawy zakłócenia
- przy zanikach o czasie trwania powyżej 23 ms występują objawy zakłócenia rejestrowane przez tester niezerowym stanem wskaźnika
- przy zanikach o czasie trwania powyżej 137 ms występuje dodatkowe zaświecenie sygnalizacji braku transmisji na MP.

Dodatkowo sprawdzono, że modem badany pracuje poprawnie, nie występują objawy zakłóceń, przy wartości napięcia sieci powyżej 155 V. Badanie przeprowadzono dla informacji GP i szybkości transmisji 20 kbit/s. Sprawdzono, że przy obniżonym napięciu zasilania 187 V zanik o czasie trwania 10 ms wywołuje błędy w transmisji, a zanik o czasie trwania powyżej 108 ms powoduje dodatkowo zapalenie się sygnalizacji braku transmisji na MP.

7. Przy zakłócaniu obwodu sieciowego impulsami dużej energii 1,2/50 μ s /8/20 μ s/ o amplitudzie 1 kV i energii 1 J; przy transmisji informacji GP z szybkością 20 kbit/s stwierdzono:

- przy symulacji zakłóceń niesymetrycznych /metoda SN30/ zakłócenie występuje pomiędzy przewodem ochronnym i przewodami fazowymi R,N/

12

nie wystąpiły objawy zakłóceń

- przy symulacji zakłóceń symetrycznych /metoda SS30, zakłócenie występuje pomiędzy przewodami fazowymi R i N/ wystąpił objaw zakłócenia w postaci zapalenia się lampki sygnalizacyjnej braku transmisji na MB przy zerowym stanie wskaźnika testera. Po narażeniu, w warunkach bez zakłóceń, również obserwowano chwilowe zapalenie się lampki MB sygnalizującej brak transmisji przy zerowym stanie wskaźnika na testerze.

W związku z powyższym faktem, obawą trwałego uszkodzenia badanego urządzenia, nie przeprowadzono pomiarów przy wyższych amplitudach zakłóceń.

8. Przy bezpośrednich wyładowaniach elektryczności statycznej ESD, metoda SE80, inicjowanych na osłony obudowy modemu przy transmisji informacji GP stwierdzono:

Przy amplitudzie wyładowań od 1 kV do 4 kV nie wystąpiły objawy błędnej transmisji rejestrowane przez tester. Przy amplitudzie 4 kV wystąpił objaw zakłócenia w postaci jednorazowego chwilowego zapalenia się lampki sygnalizującej brak transmisji na MB przy zerowym stanie wskaźnika na testerze. Podobnie bez objawów zakłóceń przeprowadzono próbę przy wyładowaniach o amplitudzie 8 kV. Jednakże po próbach nasunęły się podejrzenia o niesprawności testera lub MB. Kontrola MB przeprowadzona przez Zleceniodawcę wykryła uszkodzenia elementów interfejsu DCE.

9. Po przeprowadzeniu pełnej kontroli urządzeń przez Zleceniodawcę przeprowadzono ponowne wyrywkowe pomiary zakłócalności obwodu sieciowego i interfejsu dla impulsów nanosekundowych. Wyniki pomiarów były zgodne z pomiarami p.5.2 5.4.

W związku z tym w uzgodnieniu ze Zleceniodawcą zdecydowano powtórzyć pomiary zakłócalności dla wyładowań ESD oraz zakłóceń impulsowych dużej energii w obwodzie sieciowym.

Dla wykrycia ewentualnego uszkodzenia wprowadzono częstszą kontrolę poprawnej pracy w warunkach bez zakłóceń oraz mniejsze przyrosty amplitudy zakłóceń.

Przy amplitudzie wyładowań ESD do 10 kV nie zaobserwowano objawów zakłóceń. Ponowne sprawdzenie wykonano przy transmisji informacji GP z szybkością 20 kbit/s.

Następnie ponownie sprawdzono zakłócalność MB dla obwodu sieciowego przy zakłóceniach impulsowych dużej energii jak w p.5.7.

Stwierdzono, że zarówno dla symulowanych zakłóceń niesymetrycznych jak i dla symulowanych zakłóceń symetrycznych nie występują objawy

zakłóceń przy impulsach 2 kV/4 J.

Pomiary przeprowadzono dla postaci informacji GP, FFFF, 0000 i szybkości transmisji 20 kbit/s.

6. Wnioski

6.1. Na podstawie wyników pomiarów przeprowadzonych zgodnie z PN-86/E-06600 badany egzemplarz modemu komunikacyjnego w ^{w warunkach} ~~ramach~~ pracy p.3 charakteryzuje się następującymi poziomami odporności na zakłócenia:

a/ impulsowe nanosekundowe 5/50 ns

- dla obwodu zasilania sieciowego 2 kV przy metodzie symulacji SN10

- dla obwodu interfejsowego DCE 2 kV przy metodzie symulacji SE10

b/ impulsowe dużej energii 1,2/50 μ s / 8/20 μ s/

- dla obwodu zasilania sieciowego 2 kV/4 J przy metodzie symulacji SN30 oraz metodzie symulacji SS30

- dla obwodu interfejsowego DCE 2 kV/4 J przy metodzie symulacji SM30

c/ krótkotrwałe zaniki napięcia sieci Un/0 /220 V/0 V/ o czasie trwania do 23 ms /pod warunkiem wprowadzenia co najmniej dwóch dodatkowych kondensatorów w obwodzie zasilania p.5.1/. Przy zanikach z obniżonego napięcia 107 V o czasie trwania do 10 ms.

d/ wyładowania elektryczności statycznej ESD, bezpośrednio na obudowę powyżej 10 kV przy metodzie symulacji SE80.

e/ pole magnetyczne impulsowe od impulsów dużej energii 8/20 μ s oddziaływujące na obudowę 4 kV/16 J przy metodzie symulacji SM30.

6.2. Dla modemu w wykonaniu W2 /wg PN-86/E-06600/ - patrz "Wymagania techniczno-eksploatacyjne na urządzenie komunikacyjne transmisji danych DCE" wymaga się następujących poziomów odporności:

Dla porównania w ostatniej kolumnie podano wyniki pomiarów

zakłócenie /metoda/	wymagane dla wykon. W2	uzyskane dla modelu
1/ impulsowe nanosekundowe 5/50 ns - dla obwodu zasilania /SN10/ - dla obwodu interfejsu /SE10/	2 kV 1 kV	2 kV 2 kV
2/ impulsowe dużej energii 1,2/50 μ s o energii określonej w normie przedmiotowej - dla obwodu zasilania /SN30, SS30/ - dla obwodu interfejsowego /SM30/	2 kV 1 kV	2 kV/4 J 2/ 2 kV/4 J
3/ zaniki napięcia Un/0 /SS70/ 0,85 Un/0	20 ms 10 ms	23 ms 1/ 10 ms 1/
4/ wyładowania elektryczności statycznej ESD /SE80/ dla obciążenia o wilgotności 40...80% z materiałami -antystatycznymi -syntetycznymi -innymi	2 kV 8 kV /wilg. 75%/ 4 kV	10 kV 2/
5/ pole magnetyczne impulsowe od impulsów dużej energii 8/20 μ s /SM30/	wg norm przedm.	4 kV/16 J

1/ pod warunkiem poprawienia układu zasilania p.5.1

2/ wyniki uzyskane w badaniach powtórzonych po naprawie urządzenia.

Z porównania poziomów odporności wymaganych i uzyskanych wynika, że badany modem spełnia wymagania odporności dla wykonania W2 wg PN-86/E-06600.

6.3. Fakt wystąpienia uszkodzenia modemu w czasie badań wskazuje na konieczność zwrócenia uwagi konstruktorów na następujące zagadnienia:

- zapewnienie starannego i skutecznego połączenia do zacisku ochronnego elementów konstrukcyjnych obudowy
- oględzin i oceny jakości zastosowanego gniazda przyłącza sieciowego MERATRONIK /niska wytrzymałość na powierzchniowe przebicia, iskrzenia kontaktów mogą być przyczyną uszkodzenia w czasie badań/
- ocenę rozwiązania zasilaczy w tym zwiększenie energii magazynowanej w pojemnościach filtrujących, ewentualnie wprowadzenie ograniczników przepięć po stronie wtórnej transformatora.

Proponuje się również sprawdzić czy stosowanie gniazda przyłączeniowego typu MEBRATRONIK spełnia wymagania norm na bezpieczeństwo urządzeń.

6.4. W badaniach został sprawdzony sposób przeprowadzania badań modemu, podstawowy układ pomiarowy. W przyszłościowych badaniach prototypu należy wprowadzić inne rozwiązanie testera. Tester powinien określać elementową stopę błędów na podstawie porównania informacji nadawanej i odbieranej, zawierać łącze światłowodowe z odpowiednimi tłumieniami sygnału.

Przy aktualnym rozwiązaniu testera wykorzystanie wyników pomiarów z p.5.2 /tab.1/ w celu określenia zależności stopy błędów od poziomu zakłóceń jest możliwe jedynie przy uwzględnieniu algorytmu działania testera /co jest znane jedynie konstruktorom testera/.

Ocena jakościowa wyników tabl.1 pozwala na następujące stwierdzenie: urządzenie ma niższą odporność dla zakłóceń impulsowych o polaryzacji ujemnej i wyższych szybkościach transmisji, dla postaci informacji transmitowanej o zmiennej wartości bitowej.

6.5. Zwracamy uwagę, że wprowadzenie połączenia potencjału 0 V zasilaczy do przewodu ochronnego wewnątrz modemu może stworzyć dodatkowe trudności we współpracy modemu z urządzeniem końcowym DCE. W przewodach interfejsowych będą płynąć prądy wyrównawcze wynikające z różnic potencjałów ochronnych urządzenia i modemu.