

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

Ośrodek Automatyki Elektrycznej

BE 10

442 Zespół Budowy Cyfrowych Urządzeń Systemowych

Główny wykonawca

Wykonawcy

mgr inż. Cz. Godzisz

mgr inż. M. Nawrot

Cz. Godzisz

Konsultant

mgr inż. J. Wojtowicz, mgr inż. K. Głowacki
/ORMED/

Nr zlecenia

5181

Sprawdzenie odporności na zakłócenia
prototypu systemu do badań
otoneurologicznych AM56
/protokół z badań/.

Zleceńodawca

ORMED Warszawa

Pracę rozpoczęto dnia 15.10.84
Kierownik Zespołu

zakończono dnia 30.10.84
Kierownik Ośrodka

A. Sybyczyński
dr inż. A. Sybyczyński

T. Missala
prof. dr inż. T. Missala

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 8

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 ORMED

fotografii

Egz. 3 OAE

tabel

Egz. 4

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 5305

Analiza deskryptorowa

URZĄDZENIA MEDYCZNE: BADANIA OTONEUROLOGICZNE +
+ SYSTEM AM56 + BADANIA ZAKŁÓCALNOŚCI.

Analiza dokumentacyjna

Protokół z badań zakłócalności elektromagnetycznej systemu do badań otoneurologicznych AM56. Zakres badań obejmował sprawdzenie odporności na zakłócenia sieciowe typu impulsowe nanosekundowe i krótkotrwałe zaniki napięcia sieci, oraz na wyładowania elektryczności statycznej. Protokół zawiera wyniki badań i wnioski.

Tytuły poprzednich sprawozdań

61:002.51

Magisteria medycne

62-50

Teoria i praktyka selektywnej
regulacji i sterowania

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

Protokół z badań zakłócalności elektromagnetycznej urządzenia.

1. Badane urządzenie: System do badań otoneurologicznych AM-56 /prototyp ORMED/.

1.1. Zleceniodawca: ORMED

1.2. Zlecenie MERA-PIAP nr 5181

1.3. Konsultacje przy badaniach ze strony zleceniodawcy:
mgr inż. J. Wojtowicz, mgr inż. K. Głowacki.

2. Charakterystyka urządzenia

System służy do badania zaburzeń błędnika. W skład systemu /zestawu/ wchodzi: część centralna wykonana w postaci kasety konstrukcji CAMAC umieszczonej na ruchomym wózku, gonioskopu, klawiatury funkcyjnej, kabla ekranowanego do elektrod umieszczonych na głowie pacjenta.

W kasecie umieszczono następujące moduły:

- M1 - ZASILACZ sieciowy wielowyjściowy
220V 50Hz do zasilania modułu M2
2x5V /2,5A/ do zasilania części cyfrowej i logicznej
12V, -5V do zasilania modułów M4, M5, M6
±15V do zasilania części analogowej M8, M9.
- M2 - REJESTRATOR analogowy 3 kanałowy
1 - kanał zapis alfanumeryczny wyników pomiarów
2 - kanał rejestracja obserwacji
3 - kanał
- M3 - ZAPIS: sterowanie 3-kanałem rejestratora.
- M4 - CPU - jednostka centralna z μ P 8080
- M5 - ROM - pamięć 2kb /2708/ /programy/
- M6 - RAM - pamięć 2kb /2102/ /wyniki pomiarów/
- M7 - I/O - sterowanie i obsługa klawiatury, gonioskopu i przetwornika w M8
- M8 - WZMACNIACZ ENG, wzmacniacz różnicowy z przetwornikiem c/a i a/c 8 bit.
- M9 - ANALIZA - układy wstępnego przetwarzania sygnału wejściowego.

Gonioskop wykonany jest w postaci listwy świetlnej umieszczonej na stojaku. Lampki listwy zapalane są układem elektronicznym sterowanym programowo. Gonioskop przyłączony jest wielożyłowym kablem z pakietem I/O /M7/.

Klawiatura funkcyjna zawiera 9 przycisków podświetlanych i jest przyłączona wielożyłowym kablem do pakietu I/O /M7/.

Funkcjonalność przycisków klawiatury, rodzaje pracy systemu:

TEST 1 - linia zerowa, wstępne ustalenie poziomów zapisów kanałów rejestratora,

TEST 2 - kalibracja toru pomiarowego /ustalania wzmacnienia/,

OBSER - rejestracja sygnałów,

AUTO - rejestracja i przetwarzania sygnałów od pacjenta,

START, STOP - obsługa rejestratora, uruchomienie, zatrzymanie,

05, 1 - obsługa rejestratora, wybór prędkości zapisu,

BLOK. - zerowanie, zwieranie toru pomiarowego.

Zasilanie zestawu z sieci prądu przemiennego 50Hz, 220V.

Zestaw jest projektowany jako przyrząd w II klasie ochronności /bez przewodu zerowego lub uziemiającego/.

3. Zakres i warunki badań

Z przedstawicielami zleceńodawcy ustalono następujący zakres badań systemu:

a/ zakłócalność systemu od strony sieci zasilającej przy zakłócających impulsowych nanosekundowych 5/100ns, niesymetrycznych, oddziaływujących na przyłącze sieciowe /wtyczkę kabla sieciowego/,

b/ zakłócalność systemu od strony sieci zasilającej przy krótkotrwałych zanikach napięcia sieci, oddziaływujących j.w.,

c/ zakłócalność systemu na wyładowania elektryczności statycznej /ESD/ inicjowane na obudowę kasety i płyty czołowe modułów M1, M2, M8, M9, na osłonę klawiatury funkcyjnej.

Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych przy wzajemnym usytuowaniu urządzeń stosowanym w praktyce. Do kontroli działania systemu wykorzystano serwisowy wewnętrzny test oznaczony T1. Do wejścia wzmacniacza nie przyłączono kabla od elektrod pomiarowych.

4

Część centralną umieszczono na płycie metalowej o wymiarach 1x1m stanowiącą ziemię odniesienia. Przy badaniach zakłócalności impulsowej od strony sieci i przy badaniach zakłócalności od ESD płyta była połączona z zaciskiem zerowym sieci zasilającej. Pomiar przeprowadzono dla następujących rodzajów pracy systemu: TEST 1, TEST 2, OBSER., AUTO., oraz START/STOP.

Ustalono następujące kryteria oceny efektów zakłóceń systemu:

- zmiany rodzaju pracy obserwowane na klawiaturze funkcjonalnej,
- zmiany w zapisach na kanałach 2 i 3 rejestratora w stosunku do zapisów standardowych,
- poprawność zapisu informacji alfanumerycznej na kanale 1 /czytelność i treść/,
- zaobserwowane zmiany w działaniu gonioskopu.

Dodatkowo w celu wykrycia układów o najniższej odporności przeprowadzono pomiary dla kilku zmian wprowadzanych w trakcie badań przez zlecciodawcę oznaczonych umownie:

- Z0 - urządzenie w stanie dostarczonym do badań /z przewodem ochronnym połączonym z obudową kasety poprzez M1/,
- Z1 - odsprężenie linii wejściowych z klawiatury /kondensatory na złączu ZS2 modułu M7/,
- Z2 - zablokowanie sygnału przetwarzania w module M7, /we11 element 7412, kondensator 33nF/,
- Z3 - odsprężenie linii zasilania w kasecie,
- Z4 - blokowanie wejść komparatora w pakiecie M9 oraz obwodów zasilania pakietu M9,
- Z5 - izolacja obudów rejestratora M2, wzmacniacza M8, usunięcie filtra sieciowego z zasilacza M1, odłączenie przewodu ochronnego.

4. Metody symulacji zakłóceń

4.1. Symulacja zakłóceń impulsowych nanosekundowych 5/100ns niesymetrycznych w obwodzie sieciowym.

Metodą symulacji SN10 /oznaczenie MERA-PIAP/. Zakłócenie oddziałuje jednocześnie na oba przewody fazowo względem potencjału przewodu zerowego przyłącza sieciowego. Źródło sygnału zakłócającego: symulator zakłóceń sieciowych NSG 222 /SCHAFFNER/. Parametry impulsu zakłócającego: kształt impulsu

wykładniczy, polaryzacja impulsów dodatnia lub ujemna, amplituda do 1500V, czas zbocza narastającego 5ns, czas trwania impulsu ok. 100ns, częstość impulsów 12,5Hz, faza impulsów względem napięcia sieci 90° elektrycznych. Urządzenie badane zasilane przez filtr sieciowy NSG 200.

4.2. Symulacja krótkotrwałych zaników napięcia sieci.

Metoda symulacji SS70. Symulator zakłóceń SZS-1 /MERA-PIAP/. Częstość zakłóceń 0,2Hz, zakłócenie inicjowane jest przy naturalnym przejściu prądu sieciowego systemu przez wartość zerową. Wartość napięcia przed zanikiem 220V.

4.3. Symulacja wyładowań elektryczności statycznej.

Metoda symulacji SE80 zgodna z zaleceniami JEC 654-5 cz.2. Wykorzystywany symulator wyładowań ESD-1 /MERA-PIAP/. Podstawowe parametry symulatora: układ wyładowczy / 150pF/150om, napięcie wyjściowe o polaryzacji dodatniej 0...16 kV. Wyładowanie inicjowane jest zbliżeniem elektrody symulatora do wybranego punktu pomiarowego.

5. Wyniki pomiarów

5.1. Wyniki pomiarów urządzenia w stanie dostarczonym do badań /ZO/.

a/ poziom zakłócalności impulsowej od strony sieci /impulsy 5/100ns, metoda symulacji SN10/.

Rodzaj pracy	poziom zakłócenia	objawy zakłócenia
TEST 1	+425V -445V	K - gasi T1 G - gaśnie lampka
TEST 2	±275V	K - do stanu OBSER
OBSERW.	+375V -420V	K - przejście do T1 R - oscylacje w kanale 3
AUTO	+335V -445V	K - przejście do T1 R - brak zapisu w kanale lub oscylacji zakłóceń w zapisie kanału G - przeskoki, gaśnie lampka

/Oznaczenia: K - klawiatura, R - rejestrator, G - gonioskop

b/ przy symulacji krótkotrwałych zaników napięcia sieci metoda SS70 trwających powyżej 50ms dla pracy AUTO zaobserwowano wystąpienie blokady klawiatury, brak reakcji systemu na sterowanie przy pomocy klawiatury.

c/ przy poziomie wyładowań ok. 500V /poziom nienormalizowany, najbliższy 2kV/, symulowanych metodą SE80, inicjowanych na obudowę kasety, zaobserwowano zakłócenia na klawiaturze w zapisie rejestratora, w działaniu gonioskopu.

5.2. Dodatkowe sprawdzenia zakłócalności impulsowej od strony sieci /metoda SN10/ dla zmian w urządzeniu

1. Po wprowadzeniu zmiany Z1 /odsprężenie wejść M7 z klawiatury/ nie zaobserwowano zmian w poziomach zakłócalności impulsowej.
2. Po wprowadzeniu zmiany Z2 i Z3 stwierdzono podwyższenie poziomu zakłócalności dla TEST 1, TEST 2 do poziomu $\pm 1000V$. Przy jednoczesnym połączeniu szyny OV kasety z obudową kasety stwierdzono podwyższenie poziomu zakłócalności dla impulsów o polaryzacji ujemnej do $-1275V$. Przy czym gonioskop zakłócał się już przy poziomie $\pm 550V$, /objawy; zliczenie dodatkowych impulsów, zerowanie/. Dodatkowo sprawdzono poziom zakłócalności przy zmianach w przetworniku M8 dla pracy OBSERW. Przy poziomie $\pm 1500V$ nie zaobserwowano zmian na klawiaturze, gonioskop zakłócał się przy poziomie $+670V$, $-850V$.
3. Po wprowadzeniu zmiany Z4 w M9, dla pracy AUTO stwierdzono że objawy zakłócenia występują powyżej $\pm 550V$.
4. Ponieważ w trakcie badań wykryto połączenia obwodów wewnętrznego zasilania z obudową w blokach M2 i M8, zerowanie obudowy kasety poprzez blok zasilania M1, jak dla kasety I ochronności, wprowadzono dodatkowo zmiany Z5 i sprawdzono poziomy zakłócalności.

TEST 1	+425V -245V	G - gaśnię lampka K - przejście do OBSER.
TEST 2	+245V	K - przejście do OBSER.
OBSER.	+500V -375V	K - zmiany prędkości rejestracji G - przeskoki, gaśnię lampka
AUTO.	+375V -225V	K - przejście do STOP, zmiany prędkości R - niepoprawny zapis w kanale 1

/oznaczenia: K - klawiatura, G - gonioskop, R - rejestrator/.

5.3. Przeprowadzono sprawdzenie zakłócalności systemu /przy zmianach Z1...Z5/ od wyładowań elektryczności statycznej. Stwierdzono, że przy poziomach wyładowań ok. 500V inicjowanych na kasetę, płyty czołowe modułów, klawiaturę występują objawy zakłóceń klawiatury, gonioskopu rejestratora. Przy zainicjowanym pojedynczym wyładowaniu na osłonę klawiatury o poziomie ok. 3 - 3,5 kV wystąpiło uszkodzenie układu obsługi klawiatury w pakiecie M7.

6. Wnioski z badań

6.1. System urządzeń AM-56 dostarczony do badań wykonany w I klasie ochronności /stan zmian Z0/ cechuje się następującymi poziomami odporności:

- na zakłócenia sieciowe impulsowe 5/100ns niesymetryczne /metoda symulacji SN10/, poniżej 275V /test 2/.
- na krótkotrwałe zaniki napięcia sieci /metoda symulacji SS7 czas trwania zaniku do 50 ns, dla czasów trwania zaników powyżej 50ns występuje blokada obsługi klawiatury.
- na wyładowania elektryczności statycznej /metoda symulacji SE80/ poziom nienormalizowany poniżej 500V.

6.2. System urządzeń AM-56 ze zmianami Z5 umożliwiającymi zaliczenie do II klasy ochronności oraz zmianami Z1, Z2, Z3, Z4 osiąga następujące poziomy odporności:

- na zakłócenia sieciowe impulsowe 5/100ns niesymetryczne /metoda symulacji SN10/ poniżej 225V /AUTO/.
- na krótkotrwałe zaniki jak w p. 6.1.
- na wyładowania ESD jak w p. 6.1.

8

6.3. Ze względu na brak odpowiednich dokumentów normalizacyjnych określających wymagane poziomy odporności urządzeń stosowanych w medycynie, do analizy wyników proponuje się przyjąć wymagane i osiągnięte poziomy odporności urządzeń μP stosowanych w automatyce.

Odporność urządzeń na zakłócenia impulsowe nanosekundowe od strony sieci przy metodzie symulacji SN10 powinna wynosić 1000V lub 1500V, uzależniana jest od wymagań niezawodności eksploatacyjnej.

Odporność urządzeń na krótkotrwałe zaniki napięcia sieci przy metodzie symulacji SS70 powinna wynosić powyżej 20 ms.

Odporność urządzeń na wyładowania elektryczności statycznej ESD metoda symulacji SE80 powinna wynosić 4kV, 8kV i jest uzależniona od wilgotności środowiska pracy i występowania materiałów syntetycznych w miejscu pracy urządzenia.

Biorąc pod uwagę powyższe wymagania można stwierdzić, że badane urządzenie posiada b.niską odporność na zakłócenia impulsowe nanosekundowe w obwodzie sieciowym i b.niską poniżej poziomu normalizowanego /najniższy poziom 2kV/, odporność na wyładowania elektryczności statycznej. Urządzenie posiada zadawalającą odporność na krótkotrwałe zaniki napięcia sieci.

6.4. Wstępna analiza wyników pomiarów zakłócalności impulsowej od strony sieci wskazuje, że niski poziom odporności wynika z niskiego poziomu zakłócalności układów związanych z częścią analogową i analogowo-cyfrową umieszczonych w modułach M8 i M9 /p.p. 5.2.1, 5.2.2/.

Podwyższenie odporności systemu wymagać będzie zmian w w/w układach. Podwyższenie odporności powyżej 550V wymagać będzie podwyższenia odporności modułu M7 i współpracujących z tym modułem układów klawiatury i gonioskopu.

Dalsze podwyższenie odporności możliwe jest do uzyskania bezpośrednio w module zasilacza M1 przez zastosowanie odpowiedniego filtra sieciowego przeciwzakłócenieniowego jeśli urządzenie byłoby wykonywane w I klasie ochronności lub zastosowania zewnętrznych środków ochrony w obwodzie zasilania sieciowego przy wykonaniu zestawu w II klasie ochronności.

Podwyższenie odporności na wyładowania elektryczności statycznej wymaga wykonania:

- połączeń osłon urządzeń współpracujących z częścią centralną z obudową kasety /osłony klawiatury i gonioskopu/.
- połączeń obudów modułów z konstrukcją kasety.
- usunięcia niekontrolowanych połączeń obwodów zasilających wewnętrznych z obudową w module M2 i M8.

Dalsze podwyższenie odporności możliwe jest:

- przy wykonaniu zestawu w I klasie ochronności przez skuteczne uziemianie /zerowanie/ obudowy,
- przy wykonaniu zestawu w II klasie ochronności przez zastosowanie zewnętrznych środków ochrony zmniejszających prawdopodobieństwo powstawania ładunku elektrostatycznego.

6.5. Przed przystąpieniem do wprowadzenia niezbędnych zmian w celu podwyższenia odporności systemu AM-56, projektanci systemu powinni wybrać realizowaną klasę ochronności systemu. Po wprowadzeniu zmian należy przeprowadzić badania zakłócalności potwierdzające skuteczność wprowadzonych zmian.

