

grudzień 2005 r.



INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

ZAKŁAD KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ

ul. Swojczycka 38

51-501 Wrocław

Tel. +48713699803 Fax. +48713728878 Email: sekretariat@il.wroc.pl

Rozwój oprogramowania laboratoryjnego dla potrzeb EMC

Sprawozdanie Z21 / 21300085 / 956 /05

Wrocław, grudzień 2005 r.

grudzień 2005 r.

Nr pracy : 21300085

Nazwa pracy : Rozwój oprogramowania laboratoryjnego dla potrzeb EMC

Zleceniodawca : Praca statutowa

Data rozpoczęcia : Styczeń 2005 r.

Data zakończenia : Grudzień 2005 r

Słowa kluczowe : emisyjność; narażenia elektromagnetyczne; przetwarzanie danych

Kierownik pracy : mgr inż. Marek Kałuski

Wykonawcy pracy : mgr Marta Macher
mgr inż. Adam Macugowski
mgr inż. Piotr Laszczyk
mgr inż. Marek Michałak
Michał Stajszczyk

Praca wykonana w Zakładzie Kompatybilności Elektromagnetycznej we Wrocławiu Instytutu Łączności

Kierownik Zakładu: dr inż. Janusz Sobolewski

Niniejsze opracowanie może być powielane i publikowane wyłącznie w całości
Powielanie i publikowanie fragmentów wymaga uzyskaniu zgody Instytutu Łączności

© Copyright by Instytut Łączności, Wrocław 2005

grudzień 2005 r.

SPIS ZAGADNIĘĆ

1	Cel projektu	4
2	Wstęp	5
	2.1. Uzasadnienie pracy	5
	2.2. Założenia pracy	5
	2.3. Sposób rozwiązania problemu	5
	2.4. Porównanie z istniejącymi rozwiązaniami	5
	2.5. Wykorzystanie wyników pracy	6
	2.6. Wymagania sprzętowe, instalacja i uruchomienie programów	6
	2.7. Ograniczenia niniejszej pracy	6
	2.8. Obecny stan wiedzy i poziom techniki	7
	2.9. Ograniczenia magistrali GPIB	7
	2.10. Oprogramowanie stworzone w ramach pracy	8
3	Laboratorium EMC we Wrocławiu	9
	3.1. Stanowiska i procedury EMC	9
	3.2. Aparatura pomiarowa	12
4	Aktualne oprogramowanie	13
	4.1. Posiadane oprogramowanie firmowe	13
	4.2. Oprogramowanie stworzone w Instytucie Łączności	14
5	Procedury pomiarowe	15
	5.1. Procedury pomiarowe: pomiary emisji i odporności	15
	5.2. Procedury pomiarowe: pomiary anten i kabli	16
6	Koncepcja nowego oprogramowania	18
	6.1. Oprogramowanie urzędzeń	18
	6.2. Koncepcja zrealizowania procedury: PREMC01	19
	6.3. Koncepcja procedury: PREMC02	21
	6.4. Koncepcja procedury: PREMC07	21
	6.5. Koncepcja procedury: PREMC10	22
	6.6. Koncepcja procedury: PR ANT01, PR ANT02, PR ANT04, PR ANT05	22
	6.7. Koncepcja procedury: PR KAB01, PR KAB02, PR KAB03, PR KAB04	23
7	Przykłady realizacji	24
	7.1. Oprogramowanie w środowisku Lab View	24
	7.1.1. Stworzenie aplikacji dla każdego z urzędzeń biorących udział w procedurze z osobna	25
	7.1.2. Stworzenie aplikacji realizującej procedurę: PREMC01	28
	7.2. Oprogramowanie w środowisku Borland C++ Builder	30
8	Dokumentowanie wyników badań	31
	8.1. Ogólne zasady sporządzania sprawozdań	31
	8.2. Sprawozdania sporządzone przy pomocy oprogramowania stworzonego w niniejszym projekcie	31
9	Walidacja oprogramowania	32
	9.1. Walidacja oprogramowania stworzonego w środowisku Lab View 7.0 Evaluation	32
	9.2. Walidacja oprogramowania stworzonego w środowisku Borland C++ Builder	34
	9.3. Podsumowanie	35
10	Wnioski	36
11	Pomoce naukowe	38
	Dodatek A	39

Rozdział 1. Cel pracy

Celem niniejszej pracy jest opracowanie nowego oprogramowania sterującego procesem pomiarowym oraz doskonalenie oprogramowania dla laboratorium EMC. Należy stworzyć oprogramowanie zmniejszające do niezbędnego minimum czas, jaki musi poświęcić operator na przeprowadzenie procedury pomiarowej. Jako produkt końcowy projektu uważa się stworzenie aplikacji oprogramowania stanowisk, realizującego procedury pomiarowe laboratorium EMC w środowisku LabView w sposób maksymalnie zautomatyzowany.

Rozdział 2. Wstęp

2.1. Uzasadnienie pracy

Podstawowym powodem powstania niniejszej pracy jest chęć zwiększenia wydajności laboratoriów poprzez skrócenie czasu trwania pomiarów, lepszą analizę wyników pomiaru i uniezależnienie się od konieczności stosowania oprogramowania producentów urządzeń pomiarowych. Fakt, iż urządzenia pomiarowe wyposażone są w magistrale GPIB powoduje, iż można stworzyć aplikacje sterującą kilkoma urządzeniami pomiarowymi z jednego komputera PC. Daleko posunięta automatyzacja pomiaru powoduje, iż często obecność operatora konieczna jest tylko na początku i na końcu pomiaru, dzięki czemu możliwe jest przeprowadzanie kilku pomiarów jednocześnie przez jedną osobę.

2.2. Założenia pracy

Stworzone oprogramowanie stanowisk laboratoryjnych powinno uwzględniać obecny stan rozwoju oprogramowania systemowego, a zatem powinno być dostosowane do współczesnych platform systemowych (np. MS Windows XP). Dzięki dużej możliwości konfiguracji możliwe będzie wykorzystanie większej liczby urządzeń w zautomatyzowanym procesie pomiarowym. Niniejsze oprogramowanie należało stworzyć w środowisku Lab View. Zdecydowano się na jedną z najnowszych wersji tegoż oprogramowania a mianowicie na Lab View 7.0 Evaluation. Dodatkowo należało stworzyć pomocniczo w środowisku Borland C++ 6.0 Builder oprogramowanie do sterowania urządzeniami pomiarowymi.

2.3. Sposób rozwiązania problemu

Stworzenie projektu aplikacji bazującej na wersji demo oprogramowania LabView 7.0 Evaluation (pełna wersja środowiska uruchomieniowego ma być zakupiona przez IŁ) oraz pomocniczo Builder C++ z wykorzystaniem bibliotek do obsługi urządzeń GPIB, dla środowiska 32-bitowego. W przypadku niniejszego projektu skorzystano z 60 dniowej testowej wersji Borland 6.0 C++ Builder. Koncepcja nowego oprogramowania została szerzej opisana w rozdziale 6.1 niniejszej pracy. Nadmienić należy jednak, iż w pierwszej kolejności stworzone powinno zostać oprogramowanie sterujące każdym z urządzeń pomiarowych z osobna. Następnie wykorzystując fragmenty już tak opracowanych programów stworzone zostaną aplikacje realizujące w sposób zautomatyzowany kompletne procedury pomiarowe. Ostatnim krokiem jest rozbudowanie oprogramowania o część służącą analizie i obróbce otrzymanych wyników oraz do ich prezentacji.

2.4. Porównanie z istniejącymi rozwiązaniami

W innych laboratoriach IŁ również wykorzystuje się własne oprogramowanie stanowisk laboratoryjnych. Specjalistyczne oprogramowanie dostarczane przez producenta sprzętu jest drogie i posiada różne ograniczenia. Dodatkowo istniejące oprogramowanie dedykowane jest dla każdego z urządzeń z osobna.

Nie jest zatem możliwe połączenie ich tak aby realizowały konkretne procedury pomiarowe.

2.5. Wykorzystanie wyników pracy

W wyniku przeprowadzonych prac nie powstała jeszcze kompletna procedura umożliwiająca w pełni zautomatyzowany pomiar. Wynika to z ograniczeń, jakie posiadają testowe wersje programów wykorzystywanych w niniejszej pracy. Stworzono jednak szereg programów, które mogą w pełni być wykorzystane w Instytucie Łączności we Wrocławiu do prac pomiarowych. Powstało również oprogramowanie realizujące procedurę pomiaru emisyjności na otwartym poligonie pomiarowym. Niewątpliwą zaletą oprogramowania powstającego w ramach niniejszej pracy jest możliwość przyszłego rozbudowywania i modyfikowania w zależności od potrzeb. Wyniki pracy mogą również być użyte w innych ośrodkach pomiarowych, serwisowych i badawczych, w których wykorzystywana jest podobna aparatura pomiarowa. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby w przyszłości modyfikować istniejące już oprogramowanie tak, aby realizowało procedury pomiarowe przy wykorzystaniu innych urządzeń laboratoryjnych niż te stosowane obecnie. Dzięki temu stworzone oprogramowanie może być łatwo zainstalowane w innych laboratoriach użytkujących inny sprzęt pomiarowy.

2.6. Wymagania sprzętowe, instalacja i uruchomienie programów

Oprogramowanie stworzone w niniejszym projekcie działa w środowisku Windows XP. Do funkcjonowania oprogramowania napisanego w środowisku Lab View konieczne jest posiadanie pełnej wersji tegoż programu zainstalowanej na komputerze sterującym pomiarem. Natomiast oprogramowanie stworzone w środowisku Borland C++ Builder wymaga pełnej wersji tego kompilatora jedynie podczas procesu kompilacji. Już skompilowany program nie wymaga żadnego dodatkowego oprogramowania i może być użytkowany na dowolnym komputerze klasy PC wyposażonym w kartę interfejsu GPIB.

2.7. Ograniczenia niniejszego projektu

Stworzone oprogramowanie powstało w testowych wersjach Lab View 7,0 i Borland 6,0 C++ Bulier. Zdecydowano się na dobór właśnie tych wersji oprogramowania, aby zrealizować jeden z warunków niniejszej pracy mówiący o pracy tworzonego oprogramowania w najnowszych systemach operacyjnych. W posiadaniu Instytutu Łączności nie znajduje się żadna wersja programu Lab View. Zdecydowano się więc na jedną z najnowszych wersji tegoż oprogramowania dostępną jednocześnie w nieodpłatnej formie testowej. Oprogramowanie to posiada szereg ograniczeń a najpoważniejsze z nich to 6 - minutowy okres pracy wszelkich programów stworzonych w tym środowisku oraz 30 - dniowy okres próbny, po którym oprogramowanie to wymaga ponownej instalacji. W przypadku programu Borland C++ Bulier, Instytut Łączności we Wrocławiu posiada wersję 1.0, która z racji swego wieku (ponad 10 lat) nie spełnia aktualnych wymagań. Zdecydowano się więc na użycie wersji testowych,

które to z kolei posiadają ograniczenia związane z brakiem pełnej licencji: 60 dniowy okres użytkowania kompilatora Borland 6,0 C++ Builder.

O ile ograniczenie wynikające ze stosowania wersji testowej Borland 6.0 C++ Builder nie są zbyt dokuczliwe, o tyle 6 - minutowe ograniczenie działania programów w środowisku Lab View uniemożliwia wręcz przetestowanie działania całej procedury pomiarowej, która w pełnym wymiarze trwa kilka godzin. Prowadzenie dalszych prac nad oprogramowaniem stworzonym w tym środowisku jest, więc uzależnione od zakupu przez Instytut Łączności pełnej wersji tego programu.

2.8. Obecny stan wiedzy i poziom techniki

Stosowane urządzenia pomiarowe wykorzystują interfejsy GPIB¹ umożliwiające tworzenie zautomatyzowanych stanowisk pomiarowych o bardzo rozbudowanych funkcjach. Dotychczasowe oprogramowanie stanowisk laboratoryjnych wykorzystywało przestarzałe procedury zrealizowane pod systemem DOS lub dostarczane bezpośrednio przez producenta urządzeń pomiarowych. Do zrealizowania wymagań niniejszej pracy wytypowano program Lab View, którego to zakup jest planowany przez Instytut Łączności. Program ten umożliwia obsługę urządzeń laboratoryjnych za pomocą magistrali GPIB, a potem dalszą obróbkę uzyskanych wyników. Platformę komunikacyjną systemu pomiarowego stanowi określony typ interfejsu sprzęgającego jego urządzenia (RS232, GPIB, PCI itd.). Obejmuje ona medium transmisyjne oraz realizację sprzętową interfejsu w poszczególnych urządzeniach (np. kartę GPIB w komputerze sterującym systemem). Realizację typowych operacji w obrębie określonej platformy interfejsowej zapewnia odpowiednia biblioteka I/O. Jej celem jest uwolnienie projektanta aplikacji od szczegółów obsługi konkretnej platformy interfejsowej przez dostarczenie gotowych, uniwersalnych funkcji pozwalających aplikacji w sposób prosty komunikować się z wybranym urządzeniem pomiarowym.

Dodatkowo tematem niniejszej pracy było stworzenie procedur pomiarowych pomocniczo w środowisku Borland C++ Builder. Zdecydowano się na wybór jednej z nowszych wersji tegoż oprogramowania z uwagi na możliwość nieodpłatnego pobrania wersji testowej, W przypadku programu stworzonego w środowisku Borland 6.0 C++ Builder zastosowano dodatkowe biblioteki stworzone do wspierania 32 - bitowego interfejsu GPIB.

2.9. Ograniczenia magistrali GPIB

Do magistrali GPIB w podstawowej strukturze może być przyłączone maksymalnie 15 urządzeń. W takim systemie pomiarowym może być kilka kontrolerów nadzorujących pracę systemu, ale w danym momencie tylko jeden z nich może być aktywny. Wszystkie urządzenia współpracujące z magistralą korzystają z dostępu do niej na identycznych zasadach, bez pośrednictwa centralnej jednostki sterującej. Przy szybkości przesyłania 500 kb/s długość kabla pomiędzy parą urządzeń nie powinna przekraczać 2 m, natomiast

¹ GPIB (*General Purpose Interface Bus*)

grudzień 2005 r.

całkowita długość magistrali nie powinna przekraczać 20 m. Skrócenie tych odległości o połowę pozwala zwiększyć dopuszczalną prędkość transmisji dwukrotnie. Maksymalna odległość pomiędzy urządzeniami nie powinna przekraczać 4 m.

2.10. Oprogramowanie stworzone w ramach projektu

W wyniku pracy wykonano oprogramowanie wyszczególnione w tabeli 1. W sprawozdaniu pisemnym podano opisy programów i sposób ich wykorzystania.

Tabela 1. Zestawienie programów wykonanych w ramach pracy nr 21300085.

Lp.	Nazwa programu	Podstawowa funkcja programu	Nazwa pliku	Oдноśne przyrządy pomiarowe
1	<i>TEST</i>	Sterowanie dowolnym urządzeniem przy pomocy magistrali GPIB	<i>test.vi</i>	Dowolne urządzenie wyposażone w port GPIB
2	MASZT	Możliwość sterowania masztem antenowym przy pomocy magistrali GPIB	<i>maszt.vi</i>	Maszta antenowy
3	MASZT2	Automatyczne wykonywanie procedury podnoszenia masztu	<i>maszt2.vi</i>	Maszta antenowy
4	ESVS10	Sterowanie odbiornikiem pomiarowym ESVS10, prezentacja i zapisywanie wyniku pomiaru	<i>esvs10.vi</i>	Odbiornik pomiarowy ESVS10, antena pomiarowa, przewód pomiarowy.
5	PROCEDURA	Realizowanie procedury PREMC01	<i>procedura.vi</i>	Odbiornik pomiarowy ESVS10, Maszta antenowy, antena pomiarowa, przewód pomiarowy.
6	ESVS10_cpp	Sterowanie odbiornikiem pomiarowym ESVS10, prezentacja i zapisywanie wyniku pomiaru	<i>esvs10_cpp.exe</i>	Odbiornik pomiarowy ESVS10, antena pomiarowa, przewód pomiarowy.

Rozdział 3. Laboratorium EMC we Wrocławiu

3.1. Stanowiska i procedury EMC²

Badania prowadzone w LB EMC³ obejmują cztery działy:

1. Badania kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń,
2. Badania anten,
3. Badania przewodów współosiowych,
4. Badania silnych pól związane z ochroną środowiska elektromagnetycznego.

Zakres badań akredytowanych wytypowanych do oprogramowania podano w tabeli nr 1.

- Obiekty badań obejmują urządzenia wg dyrektywy EMC 89/339 EEC zasilane prądem stałym lub jedno- lub trójfazowej sieci prądu przemiennego. Przykładowe grupy badanych obiektów podane są w kolumnie 2 tabeli nr 1. Badania mogą być prowadzone zarówno w miejscu ich eksploatacji po zainstalowaniu jak i na własnym stanowisku pomiarowym.
- Obiekty badań w dziale 2) obejmują anteny nadawcze, odbiorcze, pomiarowe, radiofoniczne, telewizyjne, radiokomunikacyjne w zakresie częstotliwości od 100 kHz do 6 GHz. Badania mogą być prowadzone zarówno w miejscu ich eksploatacji po zainstalowaniu jak i na własnym stanowisku pomiarowym.
- Obiekty badań w dziale 3) obejmują przewody współosiowe w.cz. o impedancji falowej 50 Ω i 75 Ω o dowolnej konstrukcji, dowolnych średnicach i długościach.

² W oparciu o Księgę Jakości Tom I, Laboratorium Badań Kompatybilności Elektromagnetycznej we Wrocławiu.

³ LB EMC - *Laboratorium Badań Kompatybilności Elektromagnetycznej.*

grudzień 2005 r.

Tabela 2. Zakres badań akredytowanych wytypowanych do oprogramowania⁴.

Numer identyfikacyjny badania	Określenie badania		Procedury badawcze Podstawowe wyposażenie pomiarowe i badawcze	Metody badań i kryteria oceny	Podstawowe wyposażenie pomiarowe i badawcze
	Przykładowe obiekty badań	Metody badań i kryteria oceny			
1	Urządzenia powszechnego użytku gospodarstwa domowego, sprzęt audiowizualny, audio-video, odbiorniki TV, końcowe urządzenia telekomunikacyjne, urządzenia przemysłowe,	Emisja zaburzeń promieniowanych	PR EMC01	EN 55011 EN 55012 EN 55013 EN 55014-1 EN 55022	Otwarte pole pomiarowe (OATS) Maszt antenowy Anteny SAS200/542, SAS200/521, SAS200/535 Miernik zab. ESBI Komora GTEM 1500 Miernik zaburzeń ESVP
2	osprzęt przemysłowy (czujniki, wskaźniki itp.), osprzęt samochodowy, sprzęt motoryzacyjny, przemysłowe urządzenia w badaniach IN SITU,	Emisja zaburzeń przewodzonych – napięcia zaburzeń	PR EMC02	EN 55011 EN 55013 EN 55014-1 EN 55022	Sieci sztuczne ESH 2-Z5, ESH 3-Z5 Miernik zaburzeń ESBI Analityzator zaburzeń krótkotrwałych AZK-44
3	obrabiarki, spawarki itp., urządzenia sterowania i regulacji temperatury, urządzenia PMN	Odporność na pola elektromagnetyczne o częstotliwościach radiowych (80 MHz do 1000 MHz)	PR EMC07	EN 61000-4-3	Komora GTEM 1500 Generator sygnałowy SMG Wzmacniacz mocy SMX100
4	(przemysłowe, medyczne, naukowe), sprzęt oświetleniowy, urządzenia informatyczne i telekomunikacyjne, w szczególności urządzenia końcowe	Odporność na przewodzone zaburzenia indukowane przez pola o częstotliwościach radiowych - pobudzone niesymetrycznie (0,15-80 MHz)	PR EMC10	EN 61000-4-6	Generator sygnałowy SMK Wzmacniacz mocy 607L Wzmacniacz mocy SMX100 Układy CDN
5	Jednostki antenowe nadawcze systemów antenowych telewizyjnych, radiofonicznych, radiokomunikacyjnych,	Badania elektryczne: 1. Charakterystyki promieniowania. 2. Zysk energetyczn. 3. Osiowy współczynnik polaryzacji. 4. Współczynnik fali stojącej WFS	Procedura PR ANT01 Procedura PR ANT02 <u>PN-84</u> T-84710/02 p.3.2.1a Procedura PR ANT04	PN-T-84712-2 PN-T-84712-3 PN-84/T-84710/01 PN-84/T-84710/02	Odbiornik HP8902A, Generator HP83630B, Analityzator HP8564E, Wzmacniacz mocy Miernik mocy w.cz., Anteny wzorcowe, Antenowe stanowisko nadawcze, Antenowe stanowisko odbiorcze.
6	Anteny odbiorcze profesjonalne i powszechnego użytku.	Badania elektryczne: 1. Charakterystyki promieniowania. 2. Zysk energetyczn. 3. Stosunek promieniowania głównego do wstecznego. 4. Odporność anten na polaryzację ortogonalną.	Procedura PR ANT01 Procedura PR ANT02 Procedura PR ANT05 <u>PN-84</u> T-84710/02 p.3.5	PN-T-84712-2 PN-T-84712-3 PN-84/T-84710/01 PN-84/T-84710/02	Odbiornik HP8902A, Generator HP83630B, Analityzator HP8564E, Wzmacniacz mocy Miernik mocy w.cz., Anteny wzorcowe, Antenowe stanowisko nadawcze, Antenowe stanowisko odbiorcze,
7	Przewody współosiowe do zasilania różnego typu anten nadawczych	Badania elektryczne: 1. Tłumienność jednostkowa. 2. Współczynnik odbicia przewodu 3. Pojemność jednostkowa przewodu 4. Współczynnik skrócenia	PR KAB01 PR KAB02 PR KAB03 PR KAB04	IEC 1196-1 IEC 1196-1 IEC 1196-1 IEC 1196-1	Analityzator wektorowy HP 8753C, Przystawka do pomiaru parametrów „S” HP 85047A, Zestaw kalibracyjny HP 85032B, Mostek RLC PM-6303A, Zestaw kabli pomiarowych.

⁴ Listę procedur sporządzono w oparciu o Księgę Jakości Tom I, Laboratorium Badań Kompatybilności Elektromagnetycznej we Wrocławiu.

grudzień 2005 r.

Tabela 3. Wykaz norm i dokumentów normatywnych regulujących procedury pomiarowe podlegające oprogramowaniu⁵

Numer normy	Tytuł
PN-EN 55011:2001+zmiana	Przemysłowe, medyczne i naukowe (PMN) urządzenia o częstotliwości radiowej. Charakterystyki zaburzeń radioelektrycznych. Dopuszczalne poziomy i metody pomiarów
PN-EN 55012:2005	Pojazdy samochodowe, łodzie i urządzenia napędzane silnikami wewnętrznego spalania. Charakterystyki zaburzeń radioelektrycznych. Dopuszczalne poziomy i metody pomiarów w odniesieniu do ochrony odbiorników radiowych z wyłączeniem zainstalowanych w tych pojazdach/łodziach/urządzeniach lub w towarzyszących pojazdach/łodziach/urządzeniach
PN-EN 55013:2004+zmiany	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Odbiorniki radiofoniczne i telewizyjne i ich urządzenia dodatkowe. Charakterystyki zaburzeń radioelektrycznych. Dopuszczalne poziomy i metody pomiarów
PN-EN 55014-1:2004	Kompatybilność elektromagnetyczna. Wymagania dotyczące przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń. Część 1: Emisja
PN-EN 55022:2000+zmiany	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Urządzenia informatyczne. Charakterystyki zaburzeń radioelektrycznych. Poziomy dopuszczalne i metody pomiaru
PN-EN 61000-4-3:2003 (U)+zmiany	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 4-3: Metody badań i pomiarów. Badania odporności na pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej
PN-EN 61000-4-4:2005 (U)	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Metody badań i pomiarów. Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych. Podstawowa publikacja EMC
PN-T-84712-2:1996	Anteny telewizyjne III, IV i V zakresu częstotliwości oraz anteny radiofoniczne UKF/FM dla sieci stacji nadawczych dużej i małej mocy. Wymagania elektryczne
PN-T-84712-3:1996	Anteny telewizyjne III, IV i V zakresu częstotliwości oraz anteny radiofoniczne UKF/FM dla sieci stacji nadawczych dużej i małej mocy. Metody badań parametrów elektrycznych
PN-84/T-84710.01	Anteny do odbioru radiofonicznego i telewizyjnego w zakresie częstotliwości od 30 MHz do 1 GHz. Właściwości elektryczne i mechaniczne
PN-84/T-84710.02	Anteny do odbioru radiofonicznego i telewizyjnego w zakresie częstotliwości od 30 MHz do 1 GHz. Metody pomiaru parametrów elektrycznych
IEC 1196-1	Radio-frequency cables – Part 1: Generic specification – General, definitions, requirements and test methods.

⁵ W oparciu o Księgę Jakości Tom I, Laboratorium Badań Kompatybilności Elektromagnetycznej we Wrocławiu.

3.2. Aparatura pomiarowa⁶

- LB-EMC jest wyposażone w kompletną aparaturę niezbędną do prowadzenia badań określonych w zakresie akredytacji i rozdziale 2: Zakres badań (tabela 1).
- Aparatura badawcza obsługiwana jest przez odpowiednio przeszkolony i upoważniony do tego personel.
- W przypadku badań poza siedzibą laboratorium aparatura pomiarowa podlega samosprawdzeniu. Odbywa się ono przez samosprawdzenie aparatury i sprawdzenie przez obsługę.
- Aparatura, która daje wątpliwe wyniki zostaje wyłączona z eksploatacji. W tym wypadku LB-EMC zbada ewentualny wpływ tego faktu na wcześniej wykonane badania.
- Laboratorium dysponuje komputerami klasy PC i notebook, wykorzystywanymi do sterowania aparaturą pomiarową oraz do archiwizacji wyników pomiarów. Komputery te przyłączone są do wewnętrznej sieci komputerowej Pracowni umożliwiających przesyłanie danych między komputerami. Na wyposażeniu laboratorium znajdują się urządzenia niezbędne do przygotowania i przekazania klientowi sprawozdań z badań, bez potrzeby korzystania w tym celu z usług na zewnątrz LB-EMC (m.in. drukarka, nagrywarka płyt CD i CPRW). Sprzęt komputerowy wraz z urządzeniami peryferyjnymi i wykorzystywane w pomiarach licencjonowane oprogramowanie wymieniono w tabeli 4.

⁶ W oparciu o Księgę Jakości Tom I, Laboratorium Badań Kompatybilności Elektromagnetycznej we Wrocławiu.

Rozdział 4. Aktualne oprogramowanie

LB EMC posiada zbiór oprogramowania pochodzącego z różnych źródeł. Jest to przede wszystkim oprogramowanie dołączane do urządzeń pomiarowych przez producentów tychże urządzeń. Oprogramowanie to posiada jednak zasadniczą wadę. Dedykowane jest dla każdego z urządzeń z osobna. Nie umożliwia ono integracji z innymi urządzeniami biorącymi udział w realizowaniu konkretnej procedury pomiarowej. Uniemożliwia więc automatyzację pomiaru. Dodatkowo istnieje potrzeba przeprowadzania pomiaru w alternatywny sposób (na przykład procentowy a nie liniowy krok pomiaru), którego to sposobu dostępne oprogramowanie nie uwzględnia. Niektóre z dostępnych oprogramowań umożliwiają przesyłanie do komputera jedynie obrazu z okna pomiarowego. Nie jest natomiast możliwe przesłanie kompletnego wyniku pomiaru. W takim przypadku wynik musi być odczytywany ręcznie przez operatora dla każdej z częstotliwości osobno.

Oprócz oprogramowania firmowego, dostępne jest również oprogramowanie, które powstało w Instytucie Łączności wiele lat temu w środowisku TEST POINT⁷. Oprogramowanie to również posiada szereg ograniczeń oraz z racji swego wieku uniemożliwia prace w środowisku współczesnych systemów operacyjnych (na przykład Windows XP).

4.1. Posiadane oprogramowanie firmowe

- Oprogramowanie firmowe Rohde&Schwarz służące do badania odporności odbiorników radiowych i telewizyjnych realizujące procedurę pomiarową opisaną jako PREMC12.
- Oprogramowanie firmowe MEB służące do pomiaru emisji zakłóceń promieniowanych oraz odporności na zakłócenia promieniowane w komorze GTEM realizujących procedurę PR EMC01.
- Oprogramowanie firmowe SCHAFENER służące do przeprowadzenia procedury pomiarowej PREMC09 i sterująca generatorem impulsów surge NSG 651
- Oprogramowanie firmowe do pobierania obrazu z wyświetlacza do komputera dedykowane do odbiornika pomiarowego Rohde&Schwarz R&S ESBI EMI Test Receiver.
- Oprogramowanie firmowe do pobierania obrazu z wyświetlacza do komputera dedykowane do analizatora widma HP 8753C Network Analyzer.

⁷ TEST POINT – aplikacja służąca do tworzenia programów obsługujących urządzenia pomiarowe oraz służąca do obróbki otrzymanych wyników.

grudzień 2005 r.

4.2. Oprogramowanie stworzone w Instytucie Łączności

- Oprogramowanie własne realizujące procedurę PREMC10 stworzone w środowisku TEST POINT. Oprogramowanie służy do sterowania następującymi przyrządami pomiarowymi:
 - Generator sygnałowy SMK
 - Wzmacniacz mocy 607L
 - Wzmacniacz mocy SMX100
- Oprogramowanie własne realizujące procedurę pomiaru emisyjności stworzone w środowisku TEST POINT. Oprogramowanie służy do sterowania następującymi przyrządami pomiarowymi:
- *ACHA4_1 HP* : Oprogramowanie własne realizujące procedurę pomiaru charakterystyk promieniowania anten odbiorczych profesjonalnych i powszechnego użytku stworzone w środowisku TEST POINT. Oprogramowanie służy do sterowania następującymi przyrządami pomiarowymi:
 - HP 11793A Microwave Konwerter - konwerter
 - HP 8902 E Measuring Receiver – odbiornik pomiarowy
 - HP 8360B Swep Signal Generator - generator
 - EMCO Model 2090 Multi Device Kontroler – sterownik obrotu masztu antenowego
- *AHA4_1 A&F i AHP_A`F*: Oprogramowanie własne realizujące procedurę pomiaru charakterystyk promieniowania anten odbiorczych profesjonalnych i powszechnego użytku stworzone w środowisku TEST POINT. Oprogramowanie służy do sterowania następującymi przyrządami pomiarowymi:
 - HP 8753C Network analyzer – analizator wektorowy
 - EMCO Model 2090 Multi Device Kontroler – sterownik obrotu masztu antenowego
- Oprogramowanie własne realizujące procedurę pomiaru przewodów współosiowych do zasilania różnego typu anten nadawczych stworzone w środowisku TEST POINT. Oprogramowanie służy do sterowania następującymi przyrządami pomiarowymi:
 - HP 8753C Network analyzer – analizator wektorowy
 - HP 85047A Parametr test set – przystawka do pomiaru parametrów czwórników

Rozdział 5. Procedury i stanowiska wytypowane do oprogramowania

W porozumieniu z pracownikami Instytutu Łączności wytypowano szereg stanowisk pomiarowych, do których należałoby stworzyć oprogramowanie realizujące konkretne procedury pomiarowe bądź też oprogramowanie konkretnych urządzeń.

5.1. Procedury pomiarowe: pomiary emisji i odporności

W porozumieniu z panem mgr inż. Markiem Michalakiem, kierownikiem technicznym LB EMC, wytypowano następujące procedury pomiarowe:

- **PREMC01:** *Emisja zaburzeń promieniowanych* zgodnie z zaleceniami norm EN 55011, EN 55012, EN 55013, EN 55014-1, EN 55022

Przyrządy i systemy pomiarowe wytypowanie do oprogramowania:

- Sterownik masztu antenowego
- R&S ESBI EMI Test Receiver - miernik zaburzeń
- R&S ESVS10 EMI Test Receiver - miernik zaburzeń
- RCU02 Rotation Control Unit – sterownik stołu obrotowego

- **PREMC02:** *Emisja zaburzeń przewodzonych – napięcia zaburzeń* zgodnie z zaleceniami norm: EN 55011, EN 55013, EN 55014-1, EN 55022.

Przyrządy i systemy pomiarowe wytypowanie do oprogramowania:

- MS 2665C ANRITSU Measuring receiver - odbiornik pomiarowy
- R&S ESBI EMI Test Receiver - miernik zaburzeń
- R&S ESHS10 EMI Test Receiver - miernik zaburzeń

- **PREMC07:** *Odporność na pola elektromagnetyczne o częstotliwościach radiowych 80 MHz do 1000 MHz* zgodnie z zaleceniami normy: EN 61000-4-3

Przyrządy i systemy pomiarowe wytypowanie do oprogramowania:

- R&S SMG Signal Generator - generator sygnałowy
- IFI SMX100 Power Amplifier - wzmacniacz mocy

- **PREMC10:** *Odporność na przewodzone zaburzenia indukowane przez pola o częstotliwościach radiowych - pobudzone niesymetrycznie (0,15-80 MHz)* zgodnie z zaleceniami normy: EN 61000-4-6.

Przyrządy i systemy pomiarowe wytypowanie do oprogramowania:

- R&S SMK Signal Generator - generator sygnałowy
- ENI 607L Power Amplifier - wzmacniacz mocy
- ENI SMX100 Power Amplifier - wzmacniacz mocy

grudzień 2005 r.

5.2. Procedury pomiarowe: pomiary anten i kabli

W porozumieniu z panem mgr inż. Piotrem Tyrawą, wytypowano następujące procedury pomiarowe:

- **PR ANT01, PR ANT02, PR ANT04:** *Jednostki antenowe nadawcze systemów antenowych telewizyjnych, radiofonicznych, radiokomunikacyjnych* zgodnie z zaleceniami norm: PN-T-84712-2, PN-T-84712-3, PN-84/T-84710/01, PN-84/T-84710/02.

Przyrządy i systemy pomiarowe wytypowanie do oprogramowania:

- HP 117939A Microwave Converter - konwertr
 - HP 8902 E Measuring Receiver – odbiornik pomiarowy
 - HP 8360B Sweep Signal Generator - generator
 - EMCO Model 2090 Multi Device Controller – sterownik obrotu masztu antenowego
 - HP 8753C Network analyzer – analizator wektorowy
- **PR ANT01, PR ANT02, PR ANT05:** *Anteny odbiorcze profesjonalne i powszechnego użytku* zgodnie z zaleceniami norm: PN-T-84712-2, PN-T-84712-3, PN-84/T-84710/01, PN-84/T-84710/02.

Przyrządy i systemy pomiarowe wytypowanie do oprogramowania:

- HP 11793A Microwave Converter - konwertr
 - HP 8902 E Measuring Receiver – odbiornik pomiarowy
 - HP 8360B Sweep Signal Generator - generator
 - EMCO Model 2090 Multi Device Controller – sterownik obrotu masztu antenowego
 - HP 8753C Network analyzer – analizator wektorowy
- **PR KAB01, PR KAB02, PR KAB03, PR KAB04:** *Przewody współosiowe do zasilania różnego typu anten nadawczych* zgodnie z zaleceniami norm: IEC 1196-1, IEC 1196-1, IEC 1196-1

Przyrządy i systemy pomiarowe wytypowanie do oprogramowania:

- HP 85047AC - Przystawka do pomiaru parametrów „S”
- HP 8753C Network analyzer – analizator wektorowy

grudzień 2005 r.

Tabela 4. Urządzenia laboratoryjne wytypowane do oprogramowania.

Lp.	Model	Producent	Oprogramowanie
1	ESBI EMI Test Reciever	R&S	PR EMC01, PR EMC02
2	ESVS10 EMI Test Reciever	R&S	PR EMC01
3	RCU02 ROTation Control Unit	İL	PR EMC01
4	Sterownik Masztu antenowego		PR EMC01
5	ESHS10 EMI Test Reciever	R&S	PR EMC02
6	MS 2665C Measuring reciever	ANRITSU	PR EMC02
7	SMG Signal Generator	R&S	PR EMC07
8	SMX100 Power Amplifier	IFI	PR EMC07, PR EMC 10
9	SMK Signal Generator	R&S	PR EMC10
10	607L Power amplifier	ENI	PR EMC10
11	8753C Network Analyzer	HP	PR ANT01, PR ANT02, PR ANT04, PR ANT05, PR KAB01, PR KAB02, PR KAB03, PR KAB04.
12	117939A Microwave converter	HP	PR ANT01, PR ANT02, PR ANT04, PR ANT05
13	8902E Measuring Reciever	HP	PR ANT01, PR ANT02, PR ANT04, PR ANT05
14	8360B Swep Signal Generator	HP	PR ANT01, PR ANT02, PR ANT04, PR ANT05
15	2090 Multi Device Controler	EMCO	PR ANT01, PR ANT02, PR ANT04, PR ANT05
16	85047A S- Parametr test set	HP	PR KAB01, PR KAB02, PR KAB03, PR KAB04.

Rozdział 6. Koncepcja nowego oprogramowania

6.1. Oprogramowanie urządzeń

Oprogramowanie urządzeń odbywać się będzie w trzech zasadniczych krokach:

1. Z uwagi na to, że w wielu procedurach pomiarowych powtarzają się te same urządzenia pomiarowe należy w pierwszej kolejności stworzyć oprogramowanie dla każdego z tych urządzeń z osobna. Oprogramowanie to powinno być sprawdzone pod kątem poprawności działania oraz odporne na nieprzewidziane działania użytkownika.

2. Dopiero w następnym kroku z istniejących już programów, a precyzyjniej mówiąc z ich fragmentów kodu, należy stworzyć kompletne procedury pomiarowe. Dużym ułatwieniem w tym przypadku jest fakt, że wiele procedur wykorzystuje te same urządzenia laboratoryjne. Dzięki czemu można tworzyć zupełnie różne procedury bazując na tych samych programach. Chociażby w przypadku wszystkich procedur antenowych czy też procedur do pomiaru kabli, oprogramowywane są te same urządzenia laboratoryjne. Dzięki czemu można stworzyć jedną bardzo rozbudowaną aplikację, która będzie przeprowadzała pomiary zgodnie z wszystkimi procedurami zarówno antenowymi jak i procedurami dotyczącymi pomiarów kabli. Aplikacja ta będzie korzystała z tego samego zestawu komend sterujących urządzeniami przy każdej z wymienionych procedur.

3. Ostatnim krokiem jest obróbka uzyskanych wyników zgodnie z założeniami norm. W tym przypadku konieczne będzie rozszerzenie istniejących już programów o możliwość pobierania zewnętrznych bibliotek zawierających parametry anten, czy też poziomy dopuszczalnych norm. Dodatkowo może pojawić się konieczność stworzenia programu do edycji takich bibliotek, bądź też programów importujących te parametry z plików *.txt czy też z plików MS Excel. Tak rozbudowany program należałoby jeszcze wyposażyć w możliwość prezentacji sygnałów różnicowych (np. po odjęciu poziomów promieniowania tła).

grudzień 2005 r.

6.2. Koncepcja zrealizowania procedury: PREMC01

Założenia procedury: oprogramowanie następujących przyrządów pomiarowych:

- Odbiornik ESVS10
- Sterownik masztu antenowego
- Sterownik stołu obrotowego

Zadania wykonywane przez oprogramowanie zgodnie z krokiem 1 opisanym w rozdziale 6.1.

- maszt antenowy:

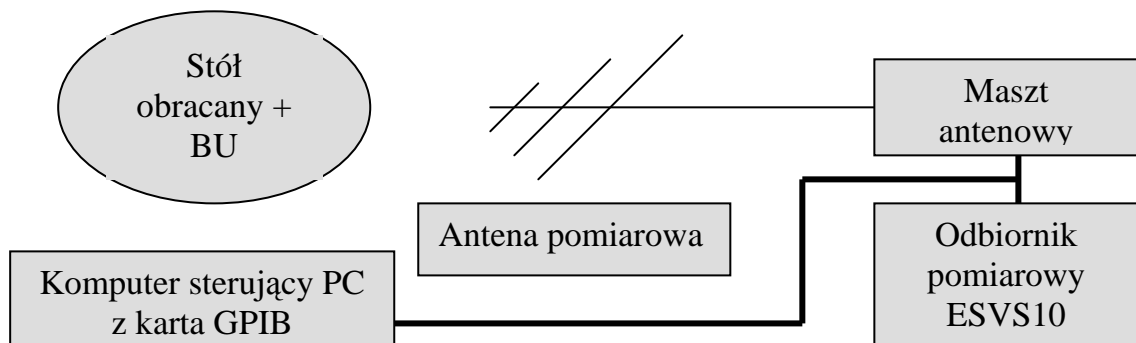
- *Automatyczne sterowanie w zakresie H_{max} , H_{min} z krokiem H_{krok}*
- *Zmiana polaryzacji*
- *Pochylenie anteny pomiarowej wraz ze wzrostem wysokości*

- odbiornik pomiarowy ESVS10:

- *Automatyczny pomiar w zakresie f_{min} , f_{max} z zadaniem krokiem f_{krok}*
- *Dobór tłumika*
- *Dobór filtra RBW*
- *Prezentacja uzyskanych wyników*
- *Możliwość zapisu wyników do pliku*
- *Przeprowadzenie analizy otrzymanych wyników pod kątem zgodności z normami*

- stół obrotowy:

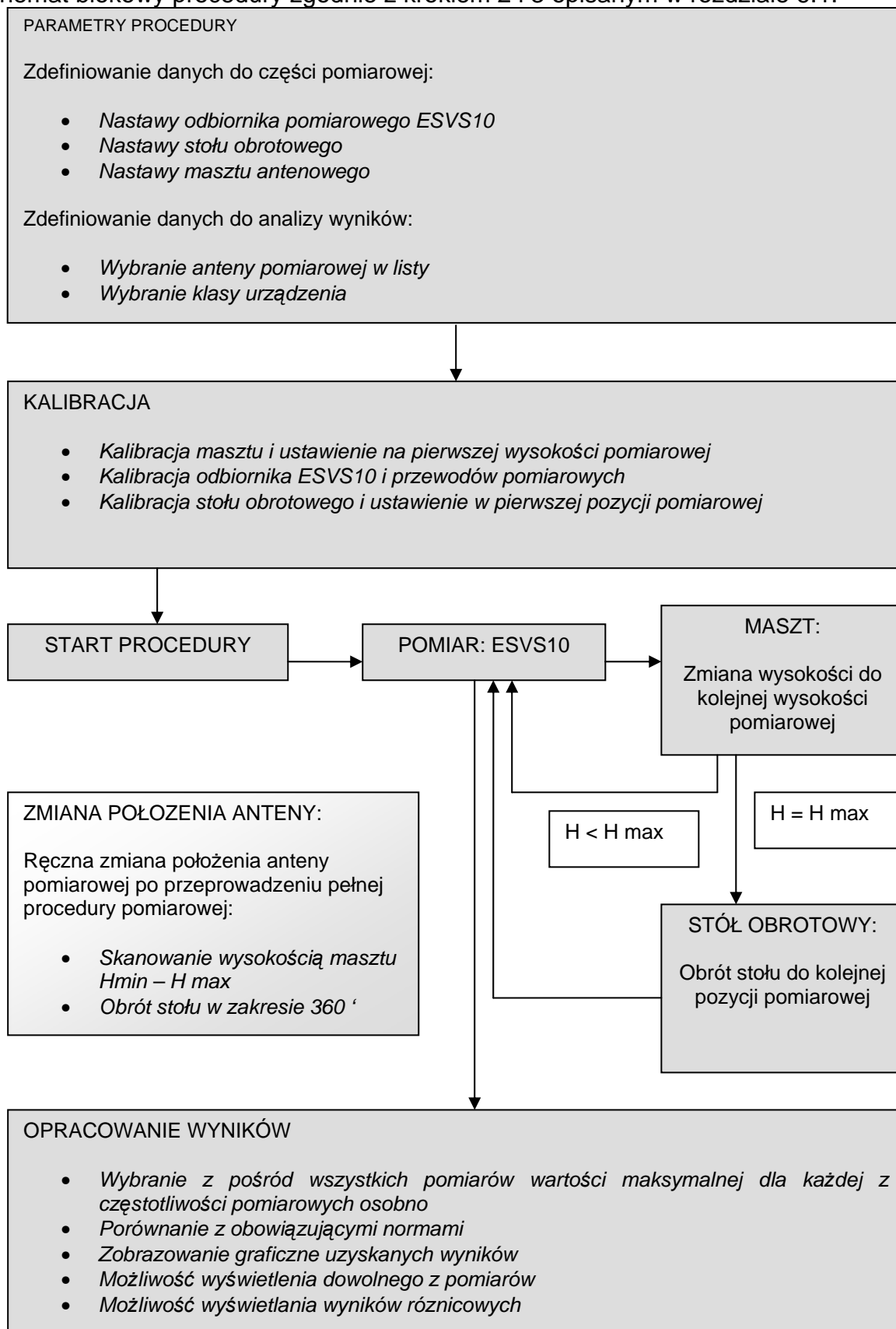
- *Regulacja położenia stołu*
- *Obrót stołu w założonym przedziale kątów z założonym krokiem*



Rys.1. Schemat układu pomiarowego w procedurze PR EMC 01

grudzień 2005 r.

Schemat blokowy procedury zgodnie z krokiem 2 i 3 opisanym w rozdziale 6.1.



grudzień 2005 r.

6.3. Koncepcja procedury: PREMC02

Założenia procedury: oprogramowanie następujących przyrządów pomiarowych:

- MS 2665C ANRITSU Measuring receiver - odbiornik pomiarowy
- R&S ESBI EMI Test Receiver - miernik zaburzeń
- R&S ESHS10 EMI Test Receiver - miernik zaburzeń

Zadania wykonywane przez oprogramowanie:

- *Możliwość przeprowadzenia pomiaru w zakresie f_{min} , f_{max} z zadany*
krokiem
- *Możliwość pełnego dostępu do wyników pomiaru: zarówno zczytywanie*
wyników jak i pobieranie obrazu z wyświetlacza odbiorników.
- *Możliwość dowolnego sterowania parametrami odbiorników pomiarowych,*
- *Możliwość porównywania ze sobą wyników uzyskanych w trakcie kilku*
różnych pomiarów.

Obecny stan oprogramowanie realizujący procedurę:

W posiadaniu Instytutu Łączności znajduje się oprogramowanie sterujące miernika ESBI. Realizuje ono pełną procedurę pomiarową łącznie z porównaniem uzyskanych wyników z obowiązującymi normami. Podstawową wadą tego oprogramowania jest jednak brak możliwości przegrania uzyskanych wyników pomiaru do komputera PC. Istnieje jedynie możliwość pobrania obrazu z wyświetlacza odbiornika.

6.4. Koncepcja procedury: PREMC07

Założenia procedury: oprogramowanie następujących przyrządów pomiarowych:

- R&S SMG Signal Generator - ggenerator sygnałowy
- IFI SMX100 Power Amplifier - wzmacniacz mocy

Zadania do wykonania przez oprogramowanie:

- *Możliwość kalibracji stanowiska pomiarowego oraz zapisywania ustawień*
przyrządów dla stanowiska już skalibrowanego.
- *Możliwość sterowania sygnałem z generatora generatora SMG*
- *Możliwość zastosowania kroku liniowego i procentowego*
- *Możliwość zapisywania i porównywania wyników*

Obecny stan oprogramowanie realizujący procedurę:

Istnieje program napisany w środowisku TEST POINT realizujący tę procedurę. Program ten uniemożliwia jednak przeprowadzenie pomiaru z krokiem procentowym.

grudzień 2005 r.

6.5. Koncepcja procedury: PREMC10

Założenia procedury: oprogramowanie następujących przyrządów pomiarowych:

- R&S SMK Signal Generator - generator sygnałowy
- ENI 607L Power Amplifier - wzmacniacz mocy
- ENI SMX100 Power Amplifier - wzmacniacz mocy

Zadania do wykonania przez oprogramowanie:

- *Możliwość kalibracji stanowiska pomiarowego oraz zapisywania ustawień przyrządów dla stanowiska już skalibrowanego.*
- *Możliwość regulacji f_{min} , f_{max} oraz poziomu sygnału z generatora SMG*
- *Możliwość zastosowania kroku liniowego i procentowego*

Obecny stan oprogramowanie realizujący procedurę:

Na dzień dzisiejszy istnieje program napisany w środowisku TEST POINT realizujący ta procedurę. Program ten uniemożliwia jednak przeprowadzenie pomiaru z krokiem procentowym.

6.6. Koncepcja procedury: PR ANT01, PR ANT02, PR ANT04, PR ANT05

Założenia procedury: oprogramowanie następujących przyrządów pomiarowych:

- HP 117939A Microwave Converter - konwertr
- HP 8902 E Measuring Receiver – odbiornik pomiarowy
- HP 8360B Sweep Signal Generator - generator
- EMCO Model 2090 Multi Device Controller – sterownik obrotu masztu antenowego
- HP 8753C Network analyzer – analizator wektorowy

Zadania do wykonania przez oprogramowanie:

- *Możliwość sterowania masztem antenowym*
- *Możliwość sterowania odbiornikiem pomiarowym*
- *Możliwość sterowania generatorem*
- *Możliwość sterowania konwerterem mikrofalowym*
- *Możliwość przeprowadzenia kilku procedur pomiarowych jednocześnie*
- *Obróbka otrzymanych wyników pomiaru*

Obecny stan oprogramowanie realizujący procedurę:

W posiadaniu Instytutu Łączności znajduje się kompletne oprogramowanie realizujące powyższe procedury. Pracuje ono w środowisku TEST POINT. Istotną wadą niniejszego oprogramowania jest to, iż zostało ono stworzone dla każdej z procedur pomiarowych osobno. I aby przeprowadzić każdą z procedur pomiarowych należy przeprowadzić pomiar od nowa.

grudzień 2005 r.

6.7. Koncepcja procedury: PR KAB01, PR KAB02, PR KAB03, PR KAB04

Założenia procedury: oprogramowanie następujących przyrządów pomiarowych:

- HP 85047AC - Przystawka do pomiaru parametrów „S”
- HP 8753C Network analyzer – analizator wektorowy

Zadania do wykonania przez oprogramowanie:

- *Możliwość sterowania analizatorem wektorowym*
- *Możliwość obsługi przystawki do pomiaru parametrów „S”*
- *Możliwość obróbki otrzymanych wyników*
- *Możliwość porównania ze stosownymi normami*
- *Możliwość porównania z innymi wynikami pomiaru*

W posiadaniu Instytutu Łączności znajduje się kompletne oprogramowanie realizujące powyższe procedury. Pracuje ono w środowisku TEST POINT.

Rozdział 7. Przykłady realizacji

Jako przykład możliwości zrealizowania zagadnień tej pracy opracowano oprogramowanie realizujące procedurę:

PREMC01: *Emisja zaburzeń promieniowanych zgodnie z zaleceniami norm: EN 55011, EN 55012, EN 55013, EN 55014-1, EN 55022*

Przyrządy i systemy pomiarowe poddane oprogramowaniu:

- Odbiornik ESVS10
- Sterownik masztu antenowego
- Sterownik stołu obrotowego

Opracowano oprogramowanie procedury pomiaru emisyjności przy wykorzystaniu masztu antenowego i odbiornika pomiarowego ESVS 10 w środowisku Lab View oraz pomocniczo w C++.

7.1. Oprogramowanie w środowisku Lab View

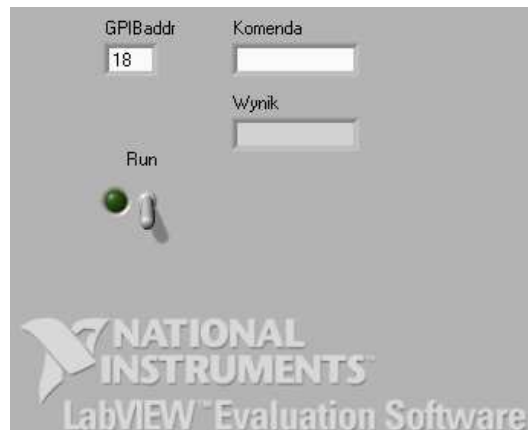
Zaprojektowano kilka osobnych aplikacji sterujących, dedykowanych dla każdego z urządzeń laboratoryjnych z osobna. W pierwszej kolejności zdecydowano się na przeprowadzenie tej operacji w środowisku Lab View 7.0 Evaluation. Docelowo, gdy procedura pomiarowa zostanie w pełni zaprojektowana w tym środowisku i sprawdzona pod kątem poprawności działania przeprowadzona zostanie jej implementacja za pomocą Builder C++. Wskazane jest jednak przeprowadzenie całości projektu w pierwszej kolejności w programie Lab View. Dodatkowo należy jednak zauważyć, iż posiadana przez Instytut Łączności wersja Lab View 7.0 Evaluation jest wersją testową umożliwiającą uruchomienie aplikacji jedynie na okres 6 minut. Uniemożliwia to przeprowadzenie dłuższego testu poprawności działania stworzonych aplikacji. Nie możliwe jest zmierzenie pełnego pasma 30MHz – 1 GHz. Zatem nie ma też mowy o przeprowadzeniu pełnej procedury pomiarowej w pełnym zakresie częstotliwości i pełnym zakresie zmian wysokości zawieszenia anteny pomiarowej.

grudzień 2005 r.

7.1.1. Stworzenie aplikacji dla każdego z urządzeń biorących udział w procedurze z osobna

- uniwersalny program sterujący

W pierwszym etapie niniejszego projektu stworzono program w środowisku Lab View 7.0 Evaluation będący fundamentalnym składnikiem każdego z kolejnych programów napisanych w tym środowisku. Program ów umożliwia ręczny wybór portu GPIB oraz posłanie komendy do sterowanego urządzenia. Komenda jest podawana w kodzie ASCII w postaci binarnej, decymalnej bądź szesnastkowej. Dzięki temu programowi możliwe jest sterowanie każdym urządzeniem przy pomocy magistrali GPIB. Konieczna jest jedynie znajomość portu GPIB danego urządzenia oraz zestawu komend. Każda następną procedurą stworzoną w środowisku Lab View oparta będzie na niniejszym programie. Zmianom ulegać będzie jedynie interfejs użytkownika, tak aby możliwe było swobodne sterowanie urządzeniami bez szczegółowej wiedzy na temat zestawu ich rozkazów.



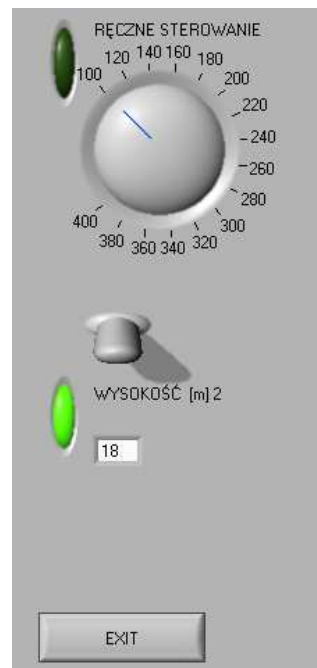
Rys. 2. Uniwersalny program sterujący test.vi

grudzień 2005 r.

- maszt antenowy: zrealizowane zadania

Podstawowym problemem był fakt, iż w posiadaniu Instytutu Łączności nie ma żadnej dokumentacji na temat sterowania masztem i wszystkie komendy należało odnaleźć testując możliwe kombinacje bitów. Obecnie istnieje już kompletna dokumentacja dotycząca komend, jakie należy wydać z pulpitu Lab View, aby uzyskać pełną kontrolę nad tym urządzeniem zamieszczona w dodatku A. Istnieje też program napisany w środowisku Lab View 7.0 Evaluation umożliwiający sterowanie masztem przy pomocy powyższej listy rozkazów oraz ze specjalnie stworzonego terminalu użytkownika, tak aby bez szczegółowej znajomości komend masztu można było w sposób łatwy nim sterować. Możliwa jest również kalibracja masztu i zdalne odczytywanie aktualnego stanu urządzenia:

- *Informacja o tym czy maszt jest w ruchu czy pozostaje nieruchomy*
- *Polaryzacja położenia anteny pomiarowej*
- *Wysokość umieszczenia anteny pomiarowej*



Rys. 3.
Program maszt.vi

Zatem możliwa jest pełna kontrola nad masztem jedynie przy pomocy komputera również, gdy maszt znajduje się poza zasięgiem wzroku operatora.

Program realizujący tę część projektu nazywa się: *maszt.vi*

Powyższy program rozbudowano o algorytm pozwalający, po zadaniu przedziału podnoszenia masztu (h min i h max) oraz kroku jego podnoszenia, na automatyczne wykonywanie całej operacji bez interwencji operatora.

Program realizujący tą część projektu nazywa się: *maszt2.vi*

- maszt antenowy: zadania oczekujące na realizację

W trakcie prac nad oprogramowaniem okazało się, iż jest możliwe rozwinięcie już stworzonego oprogramowania o algorytm umożliwiający pomiar w jednej wybranej polaryzacji bądź w obu. Dodatkowo istnieje również możliwość sterowania położeniem anteny, tak aby wraz ze wzrostem wysokości zawieszenia skierowana była ona w badane urządzeni. Jednak budowa istniejącego masztu uniemożliwia przeprowadzenie obu operacji jednocześnie (zmiana polaryzacji lub zmiana kąta pochylecia anteny).

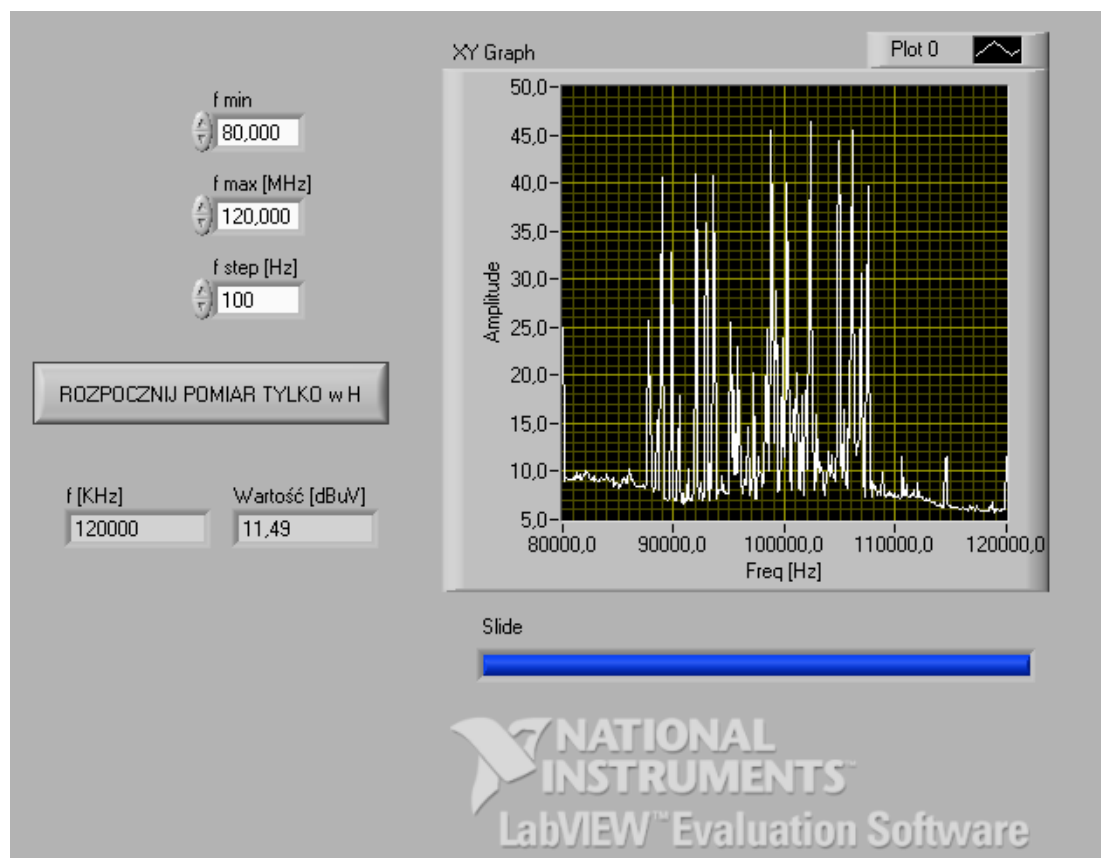
grudzień 2005 r.

- odbiornik pomiarowy ESVS10: zrealizowane zadania

Stworzono program umożliwiający pomiar po wcześniejszym zadaniu takich parametrów jak f_{dol} , $f_{gór}$, f_{krok} . Uzyskany w ten sposób wynik zapisywany jest do pliku z rozszerzeniem txt i może być łatwo importowany do aplikacji matematycznych (MS Excel). Dodatkowo otrzymany wynik pomiaru został zaprezentowany w postaci graficznej. Program został wyposażony w możliwość ręcznego sterowania szerokością filtru RBW oraz rodzaju detektora. Dodano również możliwość pomiaru zarówno z liniowym jak i procentowym krokiem.

Jako opcjonalne rozwiązanie dodano możliwość automatycznego przeliczania mierzonego napięcia na natężenie pola, z uwzględnieniem współczynników antenowych. Istnieje możliwość wyboru anteny spośród anten opisanych w bazie danych.

Program realizujący tą część projektu nazywa się: *ESVS10.vi*



Rys. 4. Pulpit użytkownika w programie *ESVS10.vi*
(pomiar w zakresie częstotliwości 80 – 120 MHz)

grudzień 2005 r.

- program sterujący stołem obrotowym: zadania oczekujące na realizację

Nie podjęto żadnych prac w tym kierunku. Do wykonania zostało stworzenie programu sterującego stołem obrotowym tak, aby w przyszłości możliwe było zaprojektowanie automatycznego obrotu stołu w zdefiniowanym przez użytkownika przedziale kątów (domyślnie 360°) oraz ze zdefiniowanym krokiem obrotu i połączenie tego oprogramowania z oprogramowaniem masztu i odbiornika pomiarowego.

7.1.2. Stworzenie aplikacji realizującej procedurę PREMC01

Kolejnym etapem prac było połączenie już istniejących aplikacji: *maszt.vi*, *maszt2.vi* oraz *esvs10.vi* w jedną aplikację realizującą procedurę pomiarową PREMC01.

Założenia projektowe:

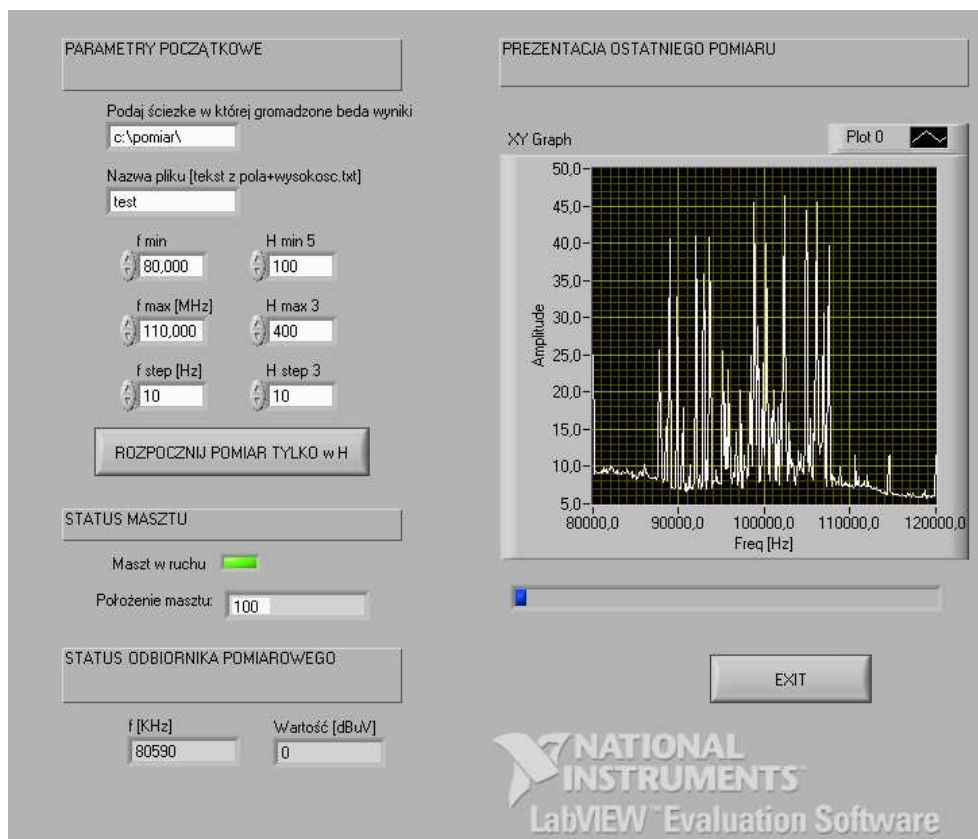
- *Możliwość zdefiniowania parametrów ruchu masztu (h_{max} , h_{min} , h_{krok})*
- *Możliwość zdefiniowania ustawień odbiornika pomiarowego ESVS10 (f_{dol} , $f_{gór}$, f_{krok_lin} , $f_{krok\%}$, ręczne automatyczne ustawianie tłumika, dobór detektora)*
- *Możliwość sterowania stołem obrotowym w zadanym zakresie kątów*
- *Możliwość przeprowadzenia kalibracji masztu, odbiornika pomiarowego, stołu i przewodów pomiarowych*
- *Bezobsługowość całego procesu pomiarowego (obecność obsługi konieczna na początku i końcu pomiaru, ewentualnie podczas ręcznej zmiany polaryzacji anteny)*
- *Przedstawienie uzyskanych wyników zgodnie z zaleceniami normy (maksymalne wartości dla każdej z częstotliwości pomiarowych)*
- *Możliwość wyboru konkretnej wysokości zawieszenia anteny pomiarowej i przeprowadzenie pomiaru na wybranych przez użytkownika częstotliwościach z zdefiniowanymi nastawami odbiornika ESVS10.*
- *Możliwość prezentacji sygnałów różnicowych (np. o odjęciu poziomemu tła)*

Należy przy tym zwrócić uwagę, iż stworzona procedura umożliwia zarówno przeprowadzenie kompletnego, zgodnego z normami, pomiaru emisyjności badanego urządzenia, jak również może być zastosowana (po pewnej korekcie) do kalibracji samego stanowiska pomiarowego.

grudzień 2005 r.

- Pełna procedura pomiarowa: zrealizowane zadania

Stworzono aplikację, która w ograniczony sposób spełnia założone powyżej wymagania. Umożliwia ona pomiar w zadanym przedziale zmian wysokości masztu oraz z zadanymi ustawieniami odbiornika pomiarowego. Uzyskane podczas kolejnych pomiarów wyniki wyświetlane są na ekranie monitora oraz zapisywane do plików.



Rys. 5. Pulpit użytkownika w programie procedura.vi

- Pełna procedura pomiarowa: zadania oczekujące na realizację

Pozostaje do wykonania część poświęcona obróbce otrzymanych wyników. Należy bowiem stworzyć aplikację wybierającą maksymalne poziomy mierzonego napięcia dla każdej z częstotliwości osobno z pośród wszystkich pomiarów i porównanie otrzymanych wyników z obowiązującymi normami. Dodatkowo aplikacja nie jest odporna na błędne zachowanie użytkownika i w niektórych sytuacjach może to powodować niepoprawne działanie oprogramowania. Niezbędny jest więc okres testów podczas których należy odnaleźć i usunąć ewentualne błędy. Ten etap prac nad procedurą może być wykonany dopiero po zakupieniu przez Instytut Łączności we Wrocławiu pełnej wersji programu Lab View 7.0 Evaluation. Obecnie w związku z ograniczeniem czasu trwania pomiaru do 6 minut nie możliwe jest przeprowadzenie pełnej procedury pomiarowej w pełnym zakresie badanego pasma częstotliwości i w pełnym zakresie zmian wysokości zawieszenia anteny pomiarowej. Nie możliwe jest więc stworzenie aplikacji analizującej wyniki uzyskane w trakcie pomiaru.

grudzień 2005 r.

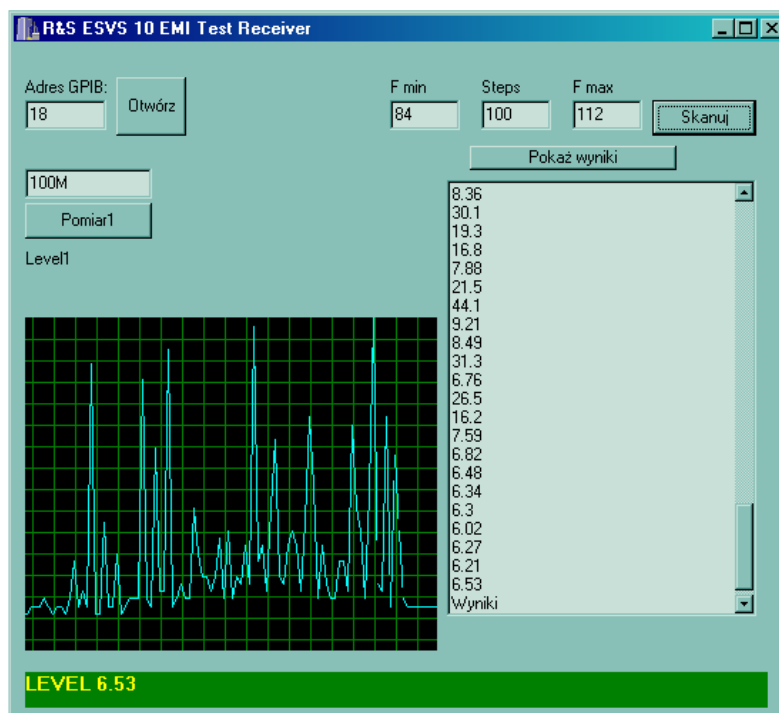
7.2. Oprogramowanie w środowisku Borland C++ Builder

Zgodnie z założeniami tego projektu podjęto starania nad stworzeniem pomocniczych programów do obsługi urządzeń laboratoryjnych jedynie przy pomocy kompilatora języka C++. Do zrealizowania tego zadania użyto programu Borland 6,0 C++ Builder, którego 60 dniową testową wersję pobrano ze strony firmowej www.borland.com. Podjęto udane prace nad stworzeniem aplikacji sterującej odbiornikiem pomiarowym. Należy przy tym zwrócić uwagę, iż przy tworzeniu tejże aplikacji brano pod uwagę identyczne założenia jak podczas prac w środowisku Lab View wyszczególnione w rozdziale 6,1.

- odbiornik pomiarowy ESVS10: zrealizowane zadania

Istnieje wersja programu napisana w języku C++ i poprawnie skompilowana realizująca następujące kroki:

- *Sterowanie odbiornikiem pomiarowym ESVS10 przy pomocy magistrali GPIB*
- *Pomiar w zadanym zakresie częstotliwości z zdefiniowanym krokiem*
- *Możliwość obserwacji wyniku pomiaru na wykresie*
- *Możliwość importowania wyników pomiaru do pliku*
- *Możliwość pomiaru po podaniu liczby kroków czy też z krokiem liniowym czy też procentowym*
- *Ręczne bądź automatyczne ustawianie tłumika*
- *Możliwość ręcznego sterowania szerokością filtru RBW*
- *Możliwość wyboru rodzaju detektora*



Rys. 6. Pulpit użytkownika w programie ESVS10_cpp.exe (pomiar w zakresie 84 MHz – 112 MHz z 100 krokami)

Rozdział 8. Dokumentowanie wyników badań

8.1. Ogólne zasady sporządzania sprawozdań

Sprawozdanie z pomiarów w zależności od rodzaju badań (ustalonego wcześniej z klientem) sporządza się wg wzorów zamieszczonych w Księdze Jakości Tom 4. Rezultaty pomiarów przedstawia się w formie wykresów, rysunków z naniesionymi punktami pomiarowymi, a także z granicami obszarów ograniczonego użytkowania oraz w formie tabelarycznej. Ukończone już oprogramowanie zostanie wyposażone o aplikacje umożliwiające drukowanie już gotowych sprawozdań z pomiarów.

8.2. Sprawozdania sporządzone przy pomocy oprogramowania stworzonego w niniejszym projekcie

- Uzyskane wyniki pomiaru podlegają analizie zgodnie z obowiązującymi normami.
- Dokumentowanie wyników odbywa się w formie sprawozdania (sprawozdań) z badań. Wzór formularza F04 i F06 jest podany w tomie 4 Księgi Jakości.
- Sprawozdanie może obejmować (na życzenie klienta):
 - szczegółowe wyniki pomiarów,
 - ocenę wyników badań,
 - komentarze dot. wyników badań.
- Sprawozdanie z badań zostaje wpisane do Rejestru sprawozdań w formie zapisu. Kopia sprawozdania jest przechowywana w LB EMC w zbiorze sprawozdań.
- Sprawozdanie z badań zostaje przekazane klientowi w formie z nim uzgodnionej.

Rozdział 9. Walidacja oprogramowania

W trakcie niniejszej pracy przeprowadzono szereg analiz stworzonego oprogramowania pod kątem zgodności otrzymanych wyników z wartościami uzyskanymi podczas pomiarów w sposób tradycyjny. Walidację⁸ oprogramowania dla każdego ze środowisk programistycznych przeprowadzono osobno.

9.1. Walidacja oprogramowania stworzonego w środowisku Lab View 7.0 Evaluation

Z uwagi na wcześniej opisane ograniczenia czasu trwania pomiaru przeprowadzono procedurę pomiarową w zmniejszonym zakresie częstotliwości, z mniejszą liczbą kroków oraz w ograniczonym przedziale zmian wysokości. Porównano tak otrzymane wyniki z wynikami uzyskanymi podczas pomiaru na tych samych częstotliwościach w takim samym położeniu anteny pomiarowej. Wyniki okazały się zgodne.

Następnie przeprowadzono analizę samego oprogramowania pod kątem występowania błędów podczas przetwarzania danych oraz podczas samego procesu pomiarowego, które pojawić się mogą tylko w szczególnych przypadkach. Wytypowano newralgiczne miejsca oprogramowania, w których mogą pojawiać się błędy. Są to następujące punkty:

- Panel użytkownika, wprowadzanie parametrów pomiaru:
 - Okazało się, iż oprogramowanie jest czułe na błąd użytkownika polegający na omyłkowym podaniu zakresu pomiarowego i takim zadaniu przedziału pomiarowego, że: $f_{\min} > f_{\max}$. W tym przypadku szerokość pasma pomiarowego będzie dla oprogramowania liczbą ujemną, a więc i liczba kroków pomiarowych wyznaczana przez oprogramowanie będzie liczbą ujemną:

$$(f_{\max} - f_{\min}) / f_{\text{step}} < 0 \quad (10.1.1)$$

- Oprogramowanie nie jest odporne również na błąd polegający na podaniu zerowego kroku pomiarowego. W tym przypadku wystąpi błąd dzielenia przez zero, co widać we wzorze 10.1.1.

Sposób rozwiązania problemu: Od chwili zakupienia przez Instytut Łączności pełnej wersji programu Lab View 7.0 Evaluation, rozpoczną się prace nad częścią oprogramowania dokonującą analizy i prezentacji wyników pomiarów. Wraz z pracami nad tym oprogramowaniem powstanie bardziej rozbudowany interfejs użytkownika pracujący w kilku oknach oraz część poświęcona analizie poprawności danych wprowadzanych przez użytkownika.

⁸ walidacja - proces ustalania stopnia odpowiedniości, trafności, celowości testu oraz ważności, dokładności narzędzia pomiarowego.

grudzień 2005 r.

- Część sterująca urządzeniem pomiarowym:
 - W przypadku ręcznego sterowania masztem antenowym (*maszt.vi*) znaleziono błąd leżący po stronie samego sterownika masztu antenowego. Mianowicie, nie jest możliwe ustawienie masztu na wysokościach: 109, 119, 129 itd.. Po zadaniu tychże wysokości pomiarowych sterownik masztu antenowego ustawi antenę na żądanej przez operatora wysokości, po czym sam będzie dążył do korekcji wysokości (do najbliższej pełnej wielokrotności liczby 10, np. 110, 120, 130).

Sposób rozwiązania problemu: Opisany problem może zostać rozwiązany przez wprowadzenie jedynie parzystego kroku pomiarowego, co z kolei ograniczy możliwość pomiaru z krokiem co 25 cm. Drugim sposobem rozwiązania problemu jest zablokowanie możliwości wyboru tychże charakterystycznych wysokości pomiarowych tak aby były one automatycznie zamieniane na wysokości akceptowane przez sterownik masztu antenowego.

- Część oprogramowania odpowiadająca za przeprowadzenie procedury pomiarowej:
 - W oprogramowaniu występowała błędna liczba kroków pomiarowych w przypadku, gdy szerokość mierzonego pasma nie była pełną wielokrotnością kroku pomiarowego. Ponieważ wartość ostatniej częstotliwości pomiarowej była większa aniżeli wartość f_{max} i w związku z czym nie była brana pod uwagę.

Sposób rozwiązania problemu: Rozwiązano ten problem dodając warunek, aby w opisywanym przypadku program dokonał dodatkowego pomiaru na częstotliwości f_{max} .

- Część oprogramowania odpowiadająca za pobieranie i dalszą obróbkę wyników
 - W tej części oprogramowania nie stwierdzono żadnych błędów. Należy jednak zwrócić uwagę, iż w programie Lab View 7.0 Evaluation wynik pomiaru podawany jest w postaci zmiennych łańcuchowych a nie w formie liczbowej. Konieczne jest więc przekształcenie wyniku z jednego formatu do drugiego. Ta część oprogramowania, jak stwierdzono jest jednak poprawnie utworzona i odporna na błędy.
 - Kolejnym miejscem w oprogramowaniu jest moment zapisu wyników do pliku a potem późniejszy ich odczyt. Należy przy tym zwrócić uwagę, iż program Lab View zapisuje wyniki zmiennoprzecinkowe stosując przecinek do oddzielenia części całkowitej od dziesiętnej. Natomiast większość arkuszy kalkulacyjnych, takich jak chociażby wspomniany wcześniej MS Excel stosuje do tej operacji kropkę. Problem w notacji może się więc pojawić podczas eksportowania wyników pomiaru do arkuszy kalkulacyjnych.

grudzień 2005 r.

9.2. Walidacja oprogramowania stworzonego w środowisku Borland C++ 6.0 Builder

Podobnie jak to miało miejsce w przypadku programów stworzonych w środowisku Lab View przeprowadzono pomiar w pełnym zakresie częstotliwości z podawanym przez normę krokiem pomiarowym. Porównano tak otrzymane wyniki z wynikami uzyskanymi podczas pomiaru na tych samych częstotliwościach. Wyniki okazały się zbliżone.

Następnie przeprowadzono analizę samego oprogramowania pod kątem występowania błędów podczas przetwarzania danych oraz podczas samego procesu pomiarowego, które pojawić się mogą tylko w szczególnych przypadkach. Wytypowano newralgiczne miejsca oprogramowania, w których mogą pojawiać się błędy. Są to następujące punkty:

- Panel użytkownika, wprowadzanie parametrów pomiaru:
 - Podobnie jak to miało miejsce w przypadku oprogramowania stworzonego w środowisku Lab View stwierdzono, iż utworzone oprogramowanie nie jest odporne na błędną podanie parametrów pomiarowych przez użytkownika.
- Część sterująca urządzeniem pomiarowym:
 - Urządzenie pomiarowe, a w tym przypadku odbiornik ESVS10 w trakcie pomiaru działał poprawnie i nie stwierdzono żadnych błędów.
- Część oprogramowania odpowiadająca za pobieranie i dalszą obróbkę wyników
 - Podobnie jak to miało miejsce w punkcie poprzednim nie stwierdzono żadnych błędów w pracy niniejszego oprogramowania.

9.3. Podsumowanie

W wyniku analizy stworzonego oprogramowania nie stwierdzono żadnych poważnych błędów ani uchybień w procedurze pomiarowej przeprowadzanej przez to oprogramowanie. Istnieje kilka problemów związanych głównie z faktem, iż niedokończona została część oprogramowania odpowiadająca za analizę wyników pomiaru. Wspomniana część oprogramowania zostanie dopracowana dopiero po zakupieniu przez Instytut Łączności pełnej wersji programu Lab View 7.0 Evaluation. Dopiero w oparciu o pełną wersję tegoż środowiska pomiarowego możliwe będzie przeprowadzenie pełnej procedury pomiarowej w pełnym zakresie częstotliwości oraz w pełnym zakresie zmian wysokości anteny pomiarowej. Niewykluczone, iż dopiero na tym etapie pojawić się mogą jakieś błędy, które w przypadku 6 minutowego uruchomienia procedury nie występują.

Należy zwrócić uwagę, iż stworzone oprogramowanie przechowuje wyniki przez cały czas trwania poszczególnego pomiaru a zapis ich do pliku następuje dopiero po ukończeniu pomiaru. W przypadku pełnej procedury pomiarowej w zakresie 30 MHz – 1 GHz z krokiem 60 kHz uzyskamy 16167 wyników pomiarowych. Pojawia się więc pytanie czy stworzone oprogramowanie poradzi sobie z zapamiętywaniem tak dużej liczby wyników i czy nie będzie to powodować przekłamań. Może okazać się konieczne kilkakrotne zapisywanie wyników do pliku w trakcie trwania jednego pomiaru.

Dodatkowo należy zwrócić uwagę, iż w przypadku tak dużej liczby pomiarów nawet niewielkie przesunięcia w czasie uruchamiania niektórych części stworzonego oprogramowania (nawet rzędu pojedynczych milisekund), mogą ulegać kumulacji, a w efekcie powodować nieprzewidziane zachowania sterowanych urządzeń.

Podsumowując, do momentu gdy w posiadaniu Instytutu Łączności nie znajdzie się pełna wersja programu Lab View, dopóty nie jest możliwe określenie i usunięcie wszystkich miejsc w oprogramowaniu, generujących błędy.

Rozdział 10. Wnioski

Celem niniejszej pracy było stworzenie nowego oprogramowania sterującego procesem pomiarowym oraz doskonalenie oprogramowania dla laboratorium EMC. Należało stworzyć oprogramowanie realizujące procedury pomiarowe przy pomocy aplikacji dla środowiska LabView 7.0 Evaluation (pełna wersja środowiska uruchomieniowego ma być zakupiona przez IŁ) oraz pomocniczo Builder C++ z wykorzystaniem bibliotek do obsługi urządzeń GPIB, dla środowiska 32-bitowego. W niniejszym sprawozdaniu przedstawiono postęp prac nad niniejszymi programami.

W trakcie prac stworzone zostało oprogramowanie służące do obsługi odbiornika pomiarowego ESVS10 oraz sterownika masztu antenowego. Możliwe jest więc pełne sterowanie tymi urządzeniami laboratoryjnymi, jedynie przy pomocy komputera PC wyposażonego w kartę GPIB. Na podstawie tegoż oprogramowania stworzono aplikację realizującą kompletną procedurę pomiaru emisji zaburzeń promieniowanych na otwartym poligonie pomiarowym, zgodnie z zaleceniami stosownych norm. Program ten umożliwia automatyczne wykonywanie tejże procedury z minimalnym zaangażowaniem osoby nadzorującej. Umożliwia skanowanie wysokości zawieszenia anteny pomiarowej w zadanym przedziale zmian wysokości, oraz pomiar poziomu natężenia pola elektromagnetycznego ze zdefiniowanymi nastawami odbiornika pomiarowego. Uzyskane wyniki gromadzone są na komputerze w postaci elektronicznej, umożliwiając tym samym dalszą ich analizę również w sposób w pełni zautomatyzowany.

Zgodnie z założeniami niniejszej pracy, stworzono również pomocniczo w środowisku kompilatora Borland C++ Builder, program służący do obsługi odbiornika pomiarowego ESVS10. Program ów spełnia te same kryteria, jakie postawiono oprogramowaniu stworzonemu w środowisku Lab View 7.0 Evaluation. Możliwy jest pomiar z zadanymi nastawami odbiornika i późniejszy zapis otrzymanych wyników pomiaru.

Należy zwrócić uwagę, iż de facto prowadzono prace dwutorowo w dwóch oddzielnych środowiskach programistycznych. W obu przypadkach należało w pierwszej kolejności zapoznać się ze sposobem obsługi urządzeń przez GPIB. Był to najbardziej czasochłonny etap prac. Obecnie autorom niniejszego projektu udało się stworzyć programy sterujące urządzeniami pomiarowymi przy pomocy magistrali GPIB. Stworzono aplikacje umożliwiające przeprowadzenie pełnej procedury pomiarowej w środowisku Lab View oraz program do obsługi odbiornika pomiarowego przy pomocy kompilatora Borland C++ 6.0 Builder. Udało się więc w pełni zapanować nad urządzeniami pomiarowymi. Udowodniono również, iż możliwe jest sprostanie wymaganiom niniejszego projektu, przez Instytut Łączności we Wrocławiu. Stworzone oprogramowanie nie jest jednak jeszcze w stadium końcowym. Wymaga ono szeregu poprawek szerzej opisanych w niniejszym sprawozdaniu oraz szeregu testów przeprowadzonych podczas rzeczywistych badań. Jedynie na podstawie porównania wyników uzyskanych przy pomocy tworzonego oprogramowania, z wynikami uzyskanymi podczas pomiarów sterowanych ręcznie przez operatora, możliwe jest jednoznaczne potwierdzenie poprawności działania niniejszego oprogramowania. Do stworzenia pozostała jeszcze część oprogramowania poświęcona analizie otrzymanych wyników. Należy w tym miejscu podkreślić, iż prowadzenie dalszych prac rozwojowych istniejącego oprogramowania uwarunkowane jest zakupieniem pełnej wersji oprogramowania Lab View 7.0

grudzień 2005 r.

Evaluation. Umożliwi to kontynuację prac na częścią służącą obróbce otrzymanych wyników. Dodatkowo, co zostało szerzej opisane w rozdziale poświęconej walidacji niniejszego oprogramowania, nie jest możliwe wychwycenie wszystkich błędów istniejącego oprogramowania bazując jedynie na wersji testowej środowiska Lab View.

Podsumowując, należy jednoznacznie stwierdzić, iż środowisko Lab View umożliwia automatyzację większości z pośród procedur pomiarowych wykorzystywanych w Instytucie Łączności. Umożliwia ono tworzenia rozmaitych aplikacji pomiarowych oraz tworzenie programów służących analizie otrzymywanych w ten sposób wyników. Środowisko Lab View cechuje się ogromną elastycznością zastosowań. Największą jednak zaletą tegoż oprogramowania jest możliwość łatwego dostosowania stworzonego oprogramowania do innych urządzeń laboratoryjnych. Dzięki czemu oprogramowanie stworzone w Instytucie Łączności we Wrocławiu, może być z powodzeniem zastosowane do realizacji tych samych procedur pomiarowych w innych placówkach tego typu, wykorzystujących do tychże procedur zupełnie inne urządzenia laboratoryjne.

Rozdział 11. Literatura i oprogramowanie

Literatura:

1. Tłaczała W.-, „Środowisko LabVIEW w eksperymencie wspomaganym komputerowo”, WNT 2002
2. Nowak J., Stanik S., Winiecki W.-, „Graficzne, zintegrowane środowiska programowe do projektowania komputerowych systemów pomiarowo-kontrolnych” Mikom, 2001.
3. PN-EN 55022:2000 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Urządzenia informatyczne. Charakterystyki zaburzeń radioelektrycznych. Poziomy dopuszczalne i metody pomiaru
IDT EN 55022:1998, MOD CISPR 22:1997

Oprogramowanie:

1. Lab View 7.0 Evaluation, wersja testowa 30 dniowa
2. Borland 6.0 C++ Builder Trial, wersja testowa 60 dniowa

Dodatkowe materiały:

1. Instrukcja pdf dołączana do Lab View 7,0 evaluation
2. Zestaw podręczników do obsługi i programowania do Borlanda 1,0 C++

Strony internetowe:

<http://www.kmeif.pwr.wroc.pl/elektron/interfejsy/interface.html>

<http://lodd.p.lodz.pl/kwbd/GPIB.htm>

<http://www.labview.pl/>

http://www-users.mat.uni.torun.pl/~bala/sem_mgr_2000/gpib.html

http://www.prz.rzeszow.pl/kpe/materialy/astadler/DAQWWW/LabVIEW/ProgrammingTechniques/Programowaniewielowatkowe/Nota_Aplik.htm

grudzień 2005 r.

DODATEK A: Zestaw znanych komend pod GPIB

DEC	HEX	REALIZOWANA FUNKCJA
A	41	zmiana anteny A<->B
B	42	minimalna wartość zawieszenia masztu
C	43	maksymalna wartość zawieszenia masztu
D	44	opuść maszt
H	48	zmień polaryzację H<->V
M	4D	porusz masztem, po tej komendzie musi być przesłane U (up-podnies) lub D (down-opuść)
P	50	programowanie procedur w krokach
S	53	stop, maszt musi się poruszać
T	54	test i kalibracja
U	55	podnieś maszt
Q		informacja o aktualnym stanie masztu, maszt zwraca informacje w notacji: [(1) maszt oczekuje na komendę / (0) maszt w ruchu, polaryzacja, wysokość umieszczenia anteny]
[ENT]	0D	służy do potwierdzania niektórych bloków komend

KLAWIATURA NUMERYCZNA

1	31
2	32
3	33
4	34
5	35
6	36
7	37
8	38
9	39
0	30

ZESTAWY KOMEND POTWIERDZANE ENTEREM

MUxxx[ENT]	4D55 xxyy zz0D	xx, yy, zz - reprezentacja szesnastkowa trzech liczb będących wysokością zawieszenia masztu
T[ENT]	540D	cała procedura kalibracyjna

