

전자파내성시험용 측정시스템의 개발에 관한 연구

정 세 모* · 김 동 일** · 배 대 환***

Development of Electromagnetic Wave Immunity Test system

Se-Mo Chung · Dong-Il Kim** · Dae-Hwan Bae****

<목 차>

Abstract

I. 서론

II. ICE1000-4 규격

III. 표준전자기장 방법

1. 표준전자기장의 구성

2. 표준전자기장방법에 의한 측정시스템 구성

3. 전력전달시스템

IV. 전자파내성(Immunity)측정 시스템의 구성 및 측정

1. 전자파무반시설

2. 신호원

3. 전자파 내성(Immunity)시스템의 구성

4. 측 정

V. 결론

Abstract

The method of Electromagnetic Wave Immunity Test is continuously endeavored by IEC and CISPR as international unification, but it has not been established yet. The main reason is why it is difficult to obtain the measurement method and normalization of threshold to find out the complicated parameters for Electromagnetic Wave Immunity Test. So far, thus, the Electromagnetic Wave Immunity Test is carried out case by case as the electromagnetic environment, which is set up Electromagnetic Wave Immunity Test.

This study has developed an algorithm and measurement software suitable for IEC1000-4 Regulations, where a ready-made Amplifier, and Signal Generator have been used and an interconnecting Interface Board has been constructed for connecting with the other apparatuses, i.e., RF Switch, Power Meter, Field Sensor, Pre-Amp., etc. Therefore, we have achieved the aim to develop an automated software using OOP method and the measurement system.

이 논문은 1994년도 한국학술진흥재단의 자유공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

* 한국해양대학교 해사대학 해사수송공학과

** 한국해양대학교 이공대학 전파공학과

*** 한국해양대학교 전자통신공학과 석사과정

I. 서 론

정보화 시대로 급격히 발전한 21세기는 집약적 기술의 발달로 각종 전기·전자기기의 사용이 급증하면서 전자파장해에 대한 문제가 더욱 심각해지고 있다. 특히, 대부분의 전자기기의 흐름이 디지털화, 초소형화, 고주파화되면서 전자파는 정보화 사회의 새로운 환경공해로서 대두 되었으며 그 정도가 점차 증대 되어가고 있다. 이런 가운데 사회 곳곳에서는 예기치 못한 여러 유형의 사고가 빈번히 발생, 사회 및 경제적으로 매우 심각한 문제를 일으키고 있다. 컴퓨터로 조작되던 자동화공장이 갑자기 정지되거나, 정상적으로 동작되던 로봇이 명령과 상관없는 동작으로 주변의 기계 또는 인체와 충돌을 일으켜 인명 및 재산상의 손실을 초래하기도 한다. 이러한 사고의 원인은 대개 수많은 전자·정보기기에서 무차별 발생하는 전기적인 노이즈에 영향을 받거나, 정전기 또는 외부에서 인가된 강한 전자계 등에 의해 오동작이나 고장을 일으킬 수 있다. 이와같이 과도적인 노이즈의 유형은 릴레이나 모터 등에 의해 발생하는 전기적인 버스터(burst), 낙뢰에 의한 서지(surge), 전원스위치 차단에 의한 서지, 움직이는 물체의 접촉에 의한 정전기방전(ESD)등을 들 수 있겠다. 따라서 각종 전자파환경의 오염이 급속도로 악화되고 있는 실정이며, 전자파환경양립성(EMC)의 필요성이 강조되었고 이를 확보하기 위해서는, 방해파의 발생원으로부터의 전자파에너지 방출을 억제해서 어느 정도의 전자파환경에서까지 오동작하지 않고 성능을 발휘할 수 있는 능력을 가지고 있는지를 확인하고, 또 그 능력을 향상 시킬 필요가 있다. 따라서 저전압, 저소비 전력, 고속 자동화기기의 오동작을 사전에 방지하기 위한 전자파 내성시험은 지금까지 국가적 차원에서 규제된 임의의 기기에서 방사되는 전자파(EMI)측정보다 더욱 중요하다 할 수 있다. 국내의 경우 임의 전자기기의 방사/전도 노이즈의 규제는 전파관리법, 전기용품 안전관리법에 강제로 방사기준을 규정하여 왔으며, 관련 측정장비도 전량 수입하여 사용하고 있는 실정이다. 전자

파장해 측정법에 대해서는 국제적인 통일을 목표로 전기·전자분야국제표준화기구(IEC :국제전기기술위원회) 및 국제무선장해특별위원회(CISPR)에서 지속적으로 노력해 오고 있고, 현시점에서는 거의 확립되어 가는 실정에 있다. 아직까지 완전하게 확립되지 못한 이유는 내성평가를 위한 파라미터가 복잡하기 때문에 측정법이나 한도치의 규격화가 용이하지 않기 때문에 특정기기 이외에는 방해기기가 설치된 전자파 환경에 맞추어 방해의 사례마다 개별적으로 대응하고 있는 실정이다.[1][2] 따라서, 본 연구에서는 IEC1000-4규격에 적합한 측정시스템 및 S/W를 개발하기 위하여 신호발생기, 증폭기등은 기성품을 사용하고, RF Switch, Field Sensor, Power Meter, Pre Amp, 수신 Antenna등의 기기간에 국제적으로 표준화하려는 인터페이스인 GPIB를 적용하여, 이들 기기를 이용한 측정자동화 S/W 및 측정방법의 다양성을 위해 객체지향적인 방식으로 개발함으로써 본 연구의 목적을 달성하고자 한다.[3][4]

불요전자파에 대한 세계 각국의 강력한 규제 움직임에 따라 우리나라도 기기로 부터 발생하는 불요전자파의 방사량 즉, 능동잡음인 EMI/EMS규제에 대한 필요성이 대두되어, 지난 89년에 전자파장에 검정규칙에 관한 법적 근거를 마련하였다. 이어서, 90. 9월에는 체신부령 제 825호로 同규칙을 제정·공포하고 세부 기술 기준을 정하였다. 90.11월에 검정대상기기를, 91.3월에는 검정기기의 세부품목을 고시했다. 이를 뒷받침하기 위해 91. 2월에는 민간시험 지정기관을 도입, 현재 정부기관인 전파연구소외에 11개 용역업체, 11개 산업체, 연구기관 4개소, 해외기관 5개소가 정보통신부로 부터 지정되어 전자파장해 시험업무를 대행하고 EMI측정과 대책에 관한 연구를 주로 수행하여 왔다.[5]

최근들어, 세계각국은 경제무역 블록화에 따라 많은 새로운 규격을 마련,자국의 이익을 위해 노력하고 있다. 따라서 EMI에 이어 각종 유해 전자파 규제를 새로운 무역장벽으로 활용하고 있는 미국, 일본, EU 등 주요 선진국들을 주축으로 전기·전자분야 국제표준화기구(IEC : 국제전기기술위원

회)의 국제무선장애특별위원회(CISPR)가 추진중인 EMS(전자파감응성)규격이 제정되는 '96년 1월부터 이를 준용, 수입기기등에 대한 EMS시험 검사를 본격화하고 있어 적극적인 대응책 마련이 요구된다.

본 논문에서는 IEC에서 정한 전자파 내성시험 항목 중 대책수립이 어려운 방사내성(Immunity)시험에 대한 대책을 위해 방사내성(Immunity) 측정시스템을 GPIB인터페이스로 구성하고, 기존에 개발한 측정S/W를 이용, PC제어에 의한 측정을 행하였다.

II. IEC1000-4 규격

현재 세계 각국에서 자국의 전자파감응 관련 규격을 제정하는데 있어서 가장 널리 인용되고 있는 대표적인 국제표준화규격[6]은

- (1) 정전기방전 : IEC 1000-4-2, CISPR / G(S)21 / 21A 등
- (2) 복사 전자기장 : IEC 1000-4-3, CISPR G(S)22 / 22A, IEC SC62A(S) 109(ISM장치) 등
- (3) 전도잡음 :
 - ① 구형과잡음시험 : IEC 1000-4-4 등
 - ② 삼각과잡음시험 : IEC 1000-4-4 등
 - ③ 버스트잡음시험 : IEC 1000-4-4 등
 - ④ 감쇠진동과잡음시험 : IEC/SC 77B(CO)4 등
- (4) 전도서지(Surge) : IEC 1000-4-5 draft (1989), IEC SC62A(S)109 등
- (5) 전원전압 변동 : IEC TC77B(S)71, OIML NO, 11(ISM장치) 등이다

따라서 IEC 1000-4시리즈가 전자파감응 분야에서 얼마나 큰 비중을 차지하는가를 쉽게 알 수 있다.

IEC 1000-4 시리즈는 IEC / TC65 / WG4에서 심의, 제정되고 있는 국제표준화규격으로서 전자파감응 전반에 걸친 시험법이 규정되어 있다. 특히 우리가 이러한 국제표준화규격에 주목하고 있는 것은 1979년에 TC65내에 작업반(WG)이 만들어진 이래 전자파감응(Electromagnetic Susceptibility, 또는 전자파방해 내성(Immunity))이라 부르기도

한다) 시험법표준화 분야를 주도해 나가고 있고, 세계 각국에서 IEC 1000시리즈를 자국의 규격으로 널리 채택하고 있기 때문이다.

IEC 1000-4 시리즈를 발행하는 TC 65는 본래 응용·제품별 규격을 결정하는 전문위원회로서 공업용 프로세스 계측기기를 적용대상으로 하고 있었으나, 정보처리장치를 비롯하여 통신기에 이르기까지 IEC 1000 시리즈가 널리 사용되기 시작하고, 전자파양립성 자문위원회(ACEC)의 최근의 안내서 109에서 TC65/WG4가 CISPR, TC77과 더불어 전자파장해에 관한 일반적인 기본, 표준규격을 작성하는 위원회로 인정하게 됨에 따라 크게 부각되었으며, 실제로는 TC77의 기술문서초안 작성작업 자체를 TC65/WG4중심으로 진행하고 있다. 따라서 최근에 발행되는 기술문서 (65(Sec.)144, 65(Sec.)150 부터)에서는 공업용 프로세스 계측기기(IPMC: Industrial Process Measurement and Control)라는 문자가 사라지게 되었으며, CISPR와 더불어 전자파장해에 관한 많은 요구사항을 결정하는 대표적인 조직으로서 전기·전자기기 전반에 걸쳐 적용되는 국제표준화규격을 다루는 전문기술위원회로 발전되었다.

IEC에서 정한 IEC1000-4 Series의 해당규격에서 정한 인가허용값과 레벨은 표 1과 표 2와 같다.

III. 표준전자기장 방법

전자파장해 측정에 있어서 큰 문제 중의 하나가 재현성의 문제이다. 측정자 및 측정상태에 따라서 측정값의 변화가 있게 되는데 이를 제거하기 위하여 전자파장해 측정기술의 표준을 만드는 것이 반드시 필요하다. 그래서 전자파내성시험(IEC1000-4)의 전기·전자기기가 무선주파수의 복사 전자기장에 노출되었을 때의 효과를 평가하기 위한 공통기준을 확립하는 것이다. 이 시험방법을 통한 전자파복사의 시뮬레이션과 측정이 효과를 정량적으로 명확하게 결정할 정도로 정확한 것은 아니지만, 효과의 정성적인 분석을 위해 다양한 시험설비에서 재현성도 최대한 보장되며 측정값의 정확성과 간단성을 갖는 시험결과를 얻도록 하는데 기본 목적이 있다.

표. 1 ICE 1000-4 Serie 장치

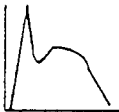
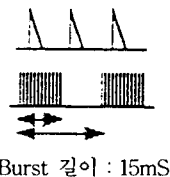
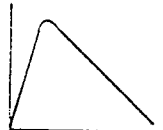
| ICE 801 series general instructions | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|--|---|--|---|-------|-----|
| | ICE 801-2 Electro-Strtic Discharge | ICE 801-3 Radiated Electro Magnetic Field | ICE 801-4 Electrical Fast Transient/Burst | ICE 801-5 Surge Immunity | ICE 801-6 Conducted Immunity | | |
| ICE 1000 Ser. | ICE 1000-4-3 | ICE 1000-4-3 | ICE 1000-4-4 | ICE 1000-4-5 | ICE 1000-4-6 | | |
| Euro Nom | EN55024-2 | EN55024-3 | EN55024-4 | EN55024-5 | EN55024-6 | | |
| CISPR | CISPR 24-2 | CISPR 24-3 | CISPR 24-4 | CISPR 24-5 | CISPR 24-6 | | |
| Severity Level | Contact Discharge | Air | | Power Line | Signal Line | | |
| 1 | 2kv | 2kv | 1V/m | 0.5kV | 1.25kV | 0.5kV | 1V |
| 2 | 4kv | 4kv | 3V/m | 1.0kV | 0.5kV | 1.0kV | 3V |
| 3 | 6kv | 8kv | 10V/m | 2.0kV | 1.9kV | 2.0kV | 10V |
| 4 | 8kv | 15kv | | 4.0kV | 2.0kV | 4.0kV | |
| Level-X | Depend on user special requirments | | | | | | |
| Rise time & Frequency | 0.7-1nS | 80MHz-1GHa 27MHz-500MHz | 5nS | I : 1.2/50uS V : 8/20us | 9kHz-80MHz | | |
| Waveforms |  | 1kHz.80%AM or other modulation |  |  | 1kHz.80%AM or other modul. | | |
| 시험목적 | 정전기에 대한 내성평가 | 방사 전자계에 대한 내성평가 | 개폐서지, 릴레이 접점 서지에 대한 내성평가 | 낙뢰에 대한 내성평가 | 배선을 통한 고주파 혼입에 대한 내성평가 | | |
| 측정설비 | 정전기 발생기 Ground Plane 악세사리 | GETEM Cell or Anechoic chamber Signal Generator Amplifier & antenna set Isotropic field probe Field meter | EFT Generator Clamp | Surge generator | Signal Gener. Amplifier Oscilloscope Coupling network | | |

표. 2 EMS 규격

| ICE | | CENELEC | TYPE | 내 용 |
|------------|------------|----------------|------------------------------------|---|
| 과거 | 현재 미래 | | | |
| 801-2 | 1000-4-2 | 608081-2 | Basic | ESD |
| 801-3 | 1000-4-3 | 50140 | Basic | RF Radiated |
| 801-4 | 1000-4-4 | --- | Basic | EFT |
| 801-5 | 1000-4-5 | 50142 | Basic | Surge |
| 801-6 | 1000-4-6 | | Basic | RF Conducted |
| | 1000-4-7 | | Basic | 하모닉 측정방법 |
| | 1000-4-8 | 61000-4-8 | Basic | Power frequency Fields |
| | 1000-4-9 | 61000-4-9 | Basic | Pulse magnetic field for the substation and industrial sites |
| | 1000-4-10 | 61000-4-10 | Basic | Oscillating Magnetic fields, substation |
| | 1000-4-11 | 61000-4-11 | Basic | Dips & Interrupts |
| | 1000-4-12 | --- | Basic | 100kHz Ringwave surge |
| | TC77WG13 | 50082-1 | Gneric | Immunity levels for Residential, Commercial, Light industrial |
| | TC77WG13 | 50082-2 | Gneric | Immunity level for Infermation Technology Equipments(ITE) |
| | CISPR 24-2 | 55024-2 | Product family | ESD for ITE |
| CISPR 24-3 | 55024-3 | Product family | RF Radiated for ITE | |
| CISPR 24-4 | 55024-4 | Product family | EFT for ITE | |
| CISPR 24-5 | 55024-5 | Product family | Surge for ITE | |
| CISPR 24-6 | 55024-6 | Product family | RF Conducted for ITE | |
| 601-1-2 | 60601-1-2 | Product family | EMC & Safety for Medical Equipment | |

1. 표준전자기장의 구성

공간 중의 한 지점에 표준 전자기장을 구성하는 방법에는 크게 두 가지가 있다. 그 중 하나는 표준 전자기장 방법(Standard Field Method)이며, 다른 하나는 표준안테나방법(Standard Antenna Method)이다. 표

준 전자기장 방법은 표준 송신안테나의 기하학적 구조로부터 결정되는 안테나 특성(실효길이:Effective Length), 안테나이득(Gain), 안테나 인자(Antenna Factor) 등과 송신안테나에 가해지는 신호의 크기(송신안테나상의 전류분포, 안테나 순전달전력(Net

$$S = |\vec{E} \times \vec{H}| = \frac{E^2}{120\pi} \quad (2)$$

로 표현된다. 여기에서 식(1) 과 (2)를 같게 놓으면 거리 d 떨어진 원거리장의 한 지점에서의 전기장의 세기는

$$E = \frac{\sqrt{30 P_{net} G_t}}{d} \quad (3)$$

이 성립한다. 따라서 이 등식으로부터 거리 d 떨어진 지점에서 일정한 크기의 전자기장의 세기를 E 를 발생시키기 위해서는 안테나 이득 G_t 와 송신안테나로의 순 전달전력 P_{net} 를 결정해야 함을 알 수 있다. 거리 d가 3m인 경우, 식(3)를 P_{net} 에 대해 다시 표현하면

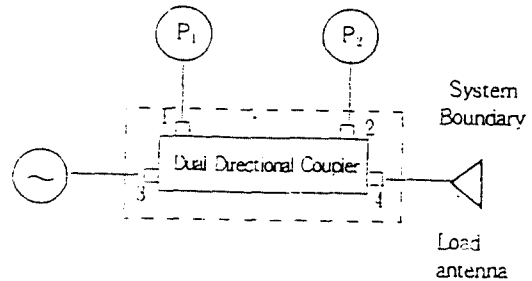
$$P_{net}(dBm) = E(dB\mu V/m) - G_t(dB) - 95.2 \quad (4)$$

을 얻을 수 있다. 위의 식으로부터 주파수에 따른 송신안테나의 안테나이득을 미리 알 수만 있다면 각 주파수에서의 필요한 순 전달전력을 쉽게 결정할 수 있게 되고, 결과적으로 전력 전달시스템을 통해 순전달전력을 일정하게 유지시킴으로써 송신안테나로부터 3m 거리에서의 시험면에 일정한 전자기장의 세기 E를 얻게 됨을 알 수 있다. 여기에서, 고이득 송신안테나를 사용하면 낮은 레벨의 전력증폭기를 사용할 수 있지만, 저이득 송신안테나를 사용하게 되면 높은 레벨의 전력 증폭기가 필요하게 된다. 초고주파 대역의 전력증폭기는 이득(Power Gain)이 클수록 가격이 고가이므로 송신안테나의 이득(Antenna Gain)을 적절하게 선택해야 한다. 그러나 주의해야 할 점은 송신안테나의 이득을 너무 증가시키게 되면 낮은 레벨의 전력이 필요한 장점은 있지만, 표준전자기장의 교정면(Calibration Plane)에서 규격에서 정한 전자기장의 균일도(Field Uniformity)를 만족시키기 어렵게 될 수도 있다는 것이다. 따라서 인가하는 전자기장이 피시험기의 전체 크기에 균일하게 분포할 수 있도록 적절한 이득의 송신안테나를 결정해야 함은 평가시스템 설계에 있어서 매우 중요하다.[5]

3. 전력전달시스템

복사 전자기장에 대한 내성평가시스템에서 가장 중요한 것은 송신안테나에 전달되는 순전력을 측정한다는 것이며, 이것은 전력전달시스템(Power Delivery System)을 이용하여 구현할 수 있다. 이와 같은 쌍방향결합기(Dual Directional Coupler), 전력 감지기(Power Sensor)와 전력계(Power Meter), 신호발생기(Signal Generator), 그리고 자체교정에 요구되는 정합부하(Matching Load)와 단락회로(Short Line) 등으로 구성되어 있다. 그림. 4에 보인 전력전달시스템을 생각하면, 즉 안테나에 전달되는 순전력을 계산한다. 그림. 4에서 측정포트 1에서는 순방향 입사전력을 측정하고, 측정포트 2에서는 부하에 의하여 반사되는 전력을 측정한다. 또, 측정포트3에는 RF 신호발생기가 연결되고, 4번 측정포트에는 전자기장을 발생하기 위한 안테나가 연결된다. 그림. 4에서 점선으로 그려진 부분은 4 포트 회로망해석을 위해 편의상 그린 것으로서 연결케이블까지를 포함한다.

각 측정포트 간의 관계를 산란계수를 사용하여 표현하면 다음과 같다.[7]



<그림 4> 전력전달 시스템

$$\begin{aligned} b_1 &= S_{11a_1} + S_{12a_2} + S_{13a_3} + S_{14a_4}, \\ b_2 &= S_{21a_1} + S_{22a_2} + S_{23a_3} + S_{24a_4}, \\ b_3 &= S_{31a_1} + S_{32a_2} + S_{33a_3} + S_{34a_4}, \\ b_4 &= S_{41a_1} + S_{42a_2} + S_{43a_3} + S_{44a_4}, \end{aligned} \quad (5)$$

여기서, a_i 와 b_i 는 포트 i 에 입사되는 파와 포트 i 로부터 나오는 파이다. 여기에서 가역정리($S_{ij} = S_{ji}$)를 적용하고, 각 포트에 연결된 기기의 반사계수($a_1 = b_1 \Gamma_1$, $a_2 = b_2 \Gamma_2$, $a_4 = b_4 \Gamma_4$)를 고려하여 실제적인 경우(directivity $\neq \infty$, $S_{14} \neq S_{23} \neq S_{12} \neq 0$)에서 P_1 과 P_2 를 측정했을 때 부하에 전달되는 순전력을 계산하면

$$P_{net} = |g(S, \Gamma)|^2 - \frac{P_1}{1 - |\Gamma_1|^2} - |h(S, \Gamma)|^2 - P_2 \frac{|\Gamma_4|^2}{1 - |\Gamma_2|^2} \quad (6)$$

을 얻을 수 있다. 여기서 $g(S, \Gamma)$ ($= b_1/b_1$)와 $h(S, \Gamma)$ ($= b_4/b_2$)를 정리하면

$$P_{net} = \frac{|S_{34}|^2}{|S_{13}|^2} (1 \pm \Delta g) - \frac{P_1}{1 - |\Gamma_1|^2} - \frac{1}{|S_{24}|^2} (1 \pm \Delta h) - P_2 \frac{|\Gamma_4|^2}{1 - |\Gamma_2|^2} \quad (7)$$

이 되며, Δg 와 Δh 는 산란계수와 반사계수의 위상을 알지 못함에 기인하는 불확도이다.

식(7)로부터 부하에 전달되는 전력을 구하기 위해서는 4-포트시스템의 산란계수 중 $|S_{43} / S_{13}|^2$ 및 $|1 / S_{24}|^2$ 을 알아야 한다. 전력전달시스템에서 전력계의 지지값과 안테나에 전달되는 전력의 관계를 아는데에 필요한 $|S_{34} / S_{13}|^2$ 과 $|1 / S_{24}|^2$ 을 구하는 과정이 전력전달시스템의 자체교정이다. 이러한 순전달전력 P_{net} 에 대한 불확도는

$$\Delta P_{net} (\%) = \pm \frac{\Delta g + |\Gamma_4|^2 \Delta h}{1 - |\Gamma_4|^2} \times 100 \quad (8)$$

이다. 이러한 불확도는 쌍방향결합기의 순방향 및 역방향결합도와 방향성, 각 포트에서의 반사계수와 격리도(Isolation), 입·출력포트간의 삽입손실 등으로 나타나며, 부하의 반사계수가 커짐에 따라 불확도가 커짐을 알 수 있다. 또한 측정포트1과 2에는 전력감지기와 전력계 또는 써미스터마운트와 전력계가 연결된다. 교정인자의 불확도는 전력감지기는 1%, 써미스터마운트는 1%이다. 전력계 오차

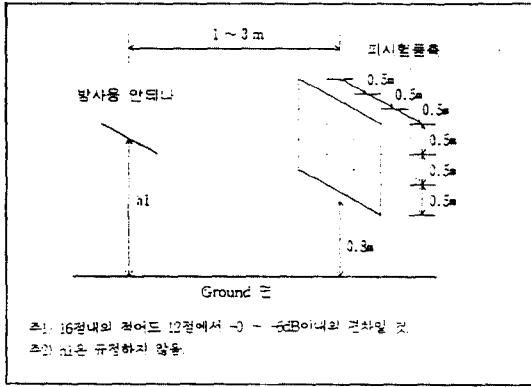
는 전력계의 기종마다 조금씩 차이가 나지만 2% 정도이다. 따라서 전력전달시스템으로 부하에 전달되는 순전력을 측정할 때, 총 불확도는 식(8)로 표현되는 쌍방향성결합기와 전력감지기의 특성에 의한 불확도와 전력감지기 교정인자의 불확도, 그리고 전력계자체의 불확도 등을 합산해야 한다.

III. 전자파내성(Immunity)측정 시스템의 구성 및 측정

1. 전자파무반사실

피시험기에 충분한 크기의 균일한 전자기장을 인가시킬 수 있어야 한다. 대체 시험설비로서 텀셀(TEM Cell), 스트립라인(Strip line), 전자파차폐실, 야외시험장을 사용할 수 있지만, 균일 전자기장의 크기, 주파수범위, 또는 시험장소에 적용되는 전파관리법규 등에 의해 사용이 제한되며, 전자파무반사실과 동등한 시험조건을 필요로 한다. 여기에서 복사된 전자기장이 피시험기기표면의 75% 이상의 영역에서 규정된 허용값의 $-0 \sim +6$ dB이내의 전자기장의 세기를 갖으면 균일한 전자기장으로 가정한다. 이것은 피시험기기의 적어도 3/4이상의 영역에 복사전자기장을 인가시켜 시험결과의 재현성을 얻기 위해 규정한 것으로서 전자파무반사실이 전자파방출 시험장소로 사용될 때의 평가기준인 시험장 감쇠량과 대별되는 것이다. 복사 전자기장의 균일도의 평가는 그림.5와 같이 이용하여 바닥면으로부터 0.8m높이에서 1.5m x 1.5m 이상의 수직면에서 0.5m의 간격으로 측정함을 원칙으로 하며, 피시험기기의 특성에 따라 다르게 측정되었을 때는 반드시 시험성적서에 기록하도록 규정하고 있다.[8]

기타의 시험장소로서 텀셀(TEM Cell)과 스트립라인 등이 가능하다. 스트립라인은 대개 DC~150 MHz의 주파수 대역에서 0.3 x 0.3 x 0.3m 이하의 비교적 작은 피시험기기의 시험에, 텀셀은 스트립라인에 비해 시험장치밖으로 복사되는 전자파를 막아주는 장점이 있지만, 스트립라인과 마찬가지로 비교적 작은 피시험기기의 시험에(근래에 개발된



<그림 5> 균일 전계의 규정

GTEM Cell은 마이크로파 대역까지 비교적 큰 피 시험기기에 대해서도 시험이 가능하다) 사용되며, 이 경우 역시 위에서 언급한 복사 전자기장의 균일도 기준을 비롯한 다양한 시험조건이 만족될 때 비로소 시험이 가능하다.

2. 신호원

필요한 주파수범위를 포함해야 하며, 1초에 0.05옥타브로 소인하거나, 또는 26~200MHz의 주파수대역에서 10kHz, 200~1000 MHz의 주파수대역에서는 20 kHz의 스텝으로 소인할 수 있어야 한다.[6]

바이코니컬(Biconical)안테나(26~1000MHz), 대수주기형(LogPeriod)안테나(200~1000 MHz), 또는 동등한 특성을 갖는 선형편파 안테나중에서 선택할 수 있다.

3. 전자파 내성(Immunity)시스템의 구성

EMI / EMC 측정은 환경잡음이 낮은 야외 시험장 (OATS - Open Area Test Site)이 가장 바람직하나, 근래 전자·전기기기 사용의 증가, 방송·무선통신시스템의 다양화로 인한 인공잡음의 증대로 조건에 부적합하여 부지선정이 어렵고, 설치비용이 매우 크며 날씨 변화에 따라 시험 계획이 변경될 수도 있다. 전자파 무반사실(Semi-Anechoic Chamber)은 대부분의 환경잡음을 감쇠시키므로

야외 시험장처럼 장소의 구애를 받지 않아 도시나 혹은 제품생산지 가까이에 설치 운용이 가능하다.

또한, 측정시 전자파로부터 인체가 노출되는 것을 피할 수 있다.

신호발생기(Signal Generator)에서 발생된 소신호 AM변조파를 광대역 RF Power Amp로 전력증폭하여, 송신안테나에 의해 방사한다. 시험 Site의 보정은 EUT가 없는 가운데 규정전력을 방사하고, 등방성 광대역 전계강도계로 수신안테나에서 전계의 균일성을 확인한 후, 시험주파수에 있어서의 규정전계로 얻은 신호발생기의 출력을 기록한다.

시험은 EUT를 설치하기 전, 보정때에 얻은 신호발생기 출력을 규정전계로 방사한다.[7][10]

1) 방사내성(Immunity) 시스템의 구성

① 신호발생기(Signal Generator)

- 1kHz의 AM 변조기능
- 광대역 Amp.를 구동하기 위해, 정합시 삽입손실을 고려하여 적어도 +10dBm(10mW)의 출력을 가질 것.
- 0. 1dB Step에서 최대 70dB이상의 Attenuation을 가질 것.
- 출력의 ON/OFF 기능을 가질 것.
- 자동계측을 위한 IEEE Interface 기능을 가질 것

② 광대역 RF Power Amp

일반적으로 송신안테나로서 20 ~ 200 MHz 에서는 Biconical Antenna가 주로 사용되고, 200 ~ 1 GHz 에서는 Log Period Antenna 가 사용된다. Log Period Antenna 경우의 Gain 은 Biconical Antenna 보다 2 ~ 5 배 정도 확보할 수 있는 광대역·고출력(40W이상)을 가질 것.

③ Pre - Amplifier

IEC1000-4-3의 규격은 26MHz ~ 1000MHz 의 주파수 범위에서 Test Signal은 1kHz의 정현파를 80%진폭변조한 신호를 사용하고 있다.

실제 측정이 이루어지는 전파암실에서 Field Probe(Sensor)의 미약한 신호의 증폭을 위해 전치 증폭 이득이 20dB정도의 광대역 증폭기 (9kHz ~ 1000MHz) 를 규정레벨 10 V/m 이상의 전계를

모니터링한 레벨을 궤환시켜 규정레벨은 유지해 주었다.

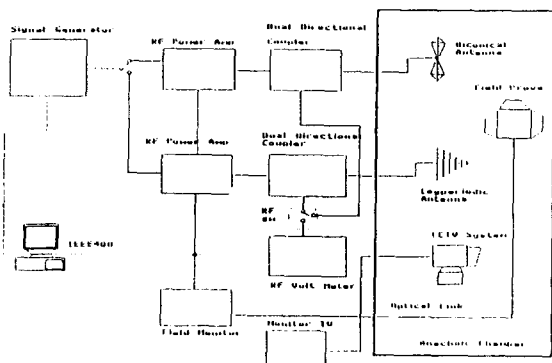
4. 측정

복사전자기장에 대한 전자파내성 측정시스템은 전력 전달시스템과 전자기장 발생 안테나를 조합하여 송신측을 구성하고, 수신측은 전자기장의 세기를 측정하는 등방성 프로브와 수신기로 구성된다. 이를 그림. 6에 보였다. 송신측의 증폭기는 원하는 세기의 전자기장을 발생할 수 있을 만큼 고전력을 출력할 수 있어야 한다. 전자기장 발생을 위한 송신안테나의 안테나인자값 및 발생된 전자기장의 세기를 감지하기 위한 수신안테나의 안테나인자는 국가표준기관에서 교정한 값으로 하고, 원거리(Far)장을 가정하면 안테나로부터 3m 떨어진 지점에서의 전력밀도를 결정할 수 있다. 송신측의 중요한 부분인 전력 전달시스템은 일정한 세기의 전자기장을 발생시키는 것이 주 목적이기는 하나, 측정하기 전에 수행되는 시스템의 자체교정이 끝난후, 실제 시험검사시 전자기장의 세기를 수시로 점검하는 데에 쓰인다.[10][11]

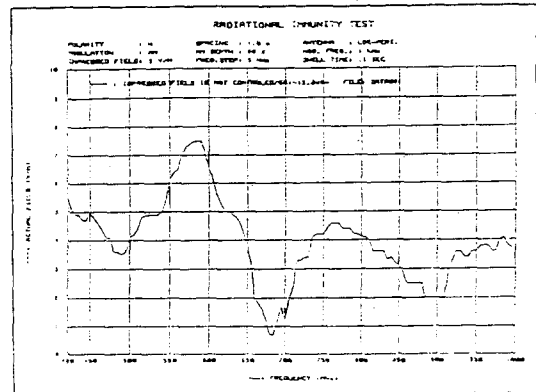
그림. 6의 측정시스템을 구축하여 인가전계를 컴퓨터로 제어한 경우의 실제 인가전계값의 결과와 컴퓨터로 제어하지 않았을 때의 결과를 각각 그림. 7과 그림. 8에 비교하였다.

측정방법은 다음의 순서를 따른다.

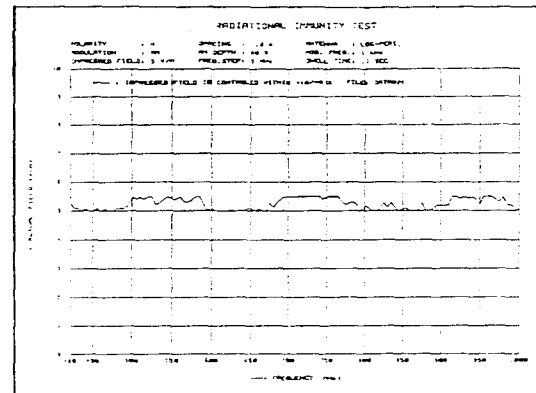
1. 모든 측정계측기를 정상 동작시킨다. (Power On)



<그림. 6> 측정 시스템의 구성도



<그림 7> 비제어시 인가전계



<그림 8> 제어시 인가전계

- 계측기의 기본 보정값을 조정한다.
- 2. PC 에서 IEC 1000-4 Serie 규격으로 Setting 한다.
 - 주파수범위 선택
 - 출력레벨 선택
 - 변조방식 선택
 - 변조도 선택
 - Test Mode 선택
- 3. Sweep Signal Generator → RF Amp → Ant 로 전자계 방사.
- 4. Field Probe 에서 수신전자계 수신 → Power Meter 로 비교 → Feedback.
- 5. Data 출력 (Record).

V. 결 론

전자파 내성시험을 위한 “전자파 내성시험용 측정시스템”을 실험적으로 간편하게 측정할 수 있는 측정시스템을 구축하였으며, 국제적 통합 인터페이스인 GPIB를 이용해 손쉬운 데이터의 처리와 기기 상호간의 호환성이 뛰어나 통합시스템체제에서 커다란 장점을 가지고있다.[12]

program의 적용에 있어 OOP(Object Oriented Programming:객체지향)개념[13][14][15]을 도입함으로써 다른 IEC 1000-4 Series의 다중화가 용이하며, 또한, 본 연구에서 제작한 시스템 및 S/W를 이용하여 PC제어에 의한 것과 PC제어를 하지 않았을 때의 전파암실(Anechoic Chamber)에서 EUT상의 균일 전계를 비교·검토하여, PC에 의한 균일 전계가 IEC 1000-4-3의 규정범위에 만족하는 것을 밝힘으로써 본 연구의 타당성을 입증하였다.

참 고 문 헌

1. 정연춘, “電磁波技術”, 韓國電磁波技術學會誌, Vol.5, No.2, pp.67 - 78, Aug. 1995.
2. Paul A. Chatterton, Michael A. Houlden, Electromagnetic Theory to Practical Design, JOHN WILEY & SONS, pp.6 - 22, 1992.
3. 菅原 宏和, IEEE488/GP-IB設計マニュアル, 綜合電子出版社 pp.32 - 51, 1989.
4. Hewlett Packard, Tutorial Description of the Hewlett-Packard Interface Bus, 1987.
5. 김 동일, 김 형근, 배 대환, 민 경찬, “방사전자파내성시험(IEC801-3)용 측정시스템 및 S/W 개발에 관한 연구”, 한국향해학회지, 제9권, 제3호, pp.29 - 34, 1995. 8.
6. 광화무역, IEC 801 Series, EMC 사업부, 1991.
7. David Morgan, A handbook for EMC testing and measurement, Peter Peregrinus Ltd., pp.1 -47, 1994.
8. 한국전자통신연구소 연구보고서, “전자파 장해 측정 및 방지대책 연구”, pp.7 - 22, 1990.
9. Jemodre, “The EMC directive in practice”, Ninth International Conference on Electromagnetic Compatibility, The Armitage Centre, University of Manchester, Uk, pp.156 - 177, Sept. 1994.
10. 과학기술정보연구소, PC를 이용한 외부기기 제어기술 및 응용, 과학기술정보연구소편집부, pp.36 - 44.
11. 稻垣完治, 小野寺徹, シリアル傳送完全マスタ, pp.206 - 222, 1988.
12. 磯部 俊夫, C言語とRS-232C/GP-IB, 工學圖書, pp.118 - 127, 1991.
13. Clayton Walnum, Object-Oriented Programming with Borland C++4, Borland 1994.
14. Tom Swan, Mastering Windows Programming with Borland C++, 1995.
15. 장 해인, 볼랜드 C++ 오브젝트 윈도우즈 라이브러리, 1995.