

2008 IEC/CISPR SC A 표준 기술 동향 분석

-2008년 IEC/CISPR Annual Meeting 중심-

권종화 · 윤재훈 · 양준규* ·

이일용* · 김 남**

한국전자통신연구원 ·

*전파연구소 · **충북대학교

I. 개 요

최근 전기·전자 및 유·무선 정보통신 기술의 발전이 급속도로 진행됨에 따라 수많은 형태의 전자 장비들이 광범위하게 사용되고 있으며, MP3나 카메라 기능 등이 포함된 단말기나 멀티미디어 기능이 강화된 UMPC(Ultra Mobile PC)와 같은 첨단 용·복합 기기들은 다양한 기능을 제공하는 동시에 사용자의 편의 및 휴대성을 높이기 위해 보다 소형화된 구조로 설계·제작되고 있다. 또한, 대용량의 다양한 정보를 실시간으로 처리하기 위해 고속의 신호를 사용하는 기기들의 사용이 빠르게 증가하고 있으며, 이에 따라 기기로부터 발생하는 의도성(intentional)/비의도성(un-intentional) 전자파에 의한 인접 기기나 인체에 미치는 영향이 커져가고 있는 추세이다. 따라서 다양한 전기·전자 기기 및 시스템들이 서로 영향을 최소화하면서 양립할 수 있도록 하기 위한 전자파 적합성(Electromagnetic Compatibility: EMC) 대책 기술과 이를 평가하고 규제하기 위한 표준 규격의 중요성이 점차 높아지고 있는 실정이다.

전자파 적합성(EMC)에 대한 국제적으로 통일된 기준의 제정을 목적으로 조직된 국제전기기술위원회(IEC: International Electrotechnical Commission) 산하의 국제무선장해특별위원회(CISPR: International Special Committee on Radio Interference)는 무선 장해 현상과 관련되어 만들어진 특별위원회로서, 1934년 최초의 공식 회의를 개최한 후 매년 표준 규격 제정을 위한 정기적인 회의를 개최하고 그 결과로서 많은

규격을 제정하였으며, 최근 국가별 혹은 지역별 표준 기구들도 전자파 적합성 관련 규격의 경우에는 CISPR의 규격을 준용하는 등 전자파 적합성 분야에 관련된 가장 대표적이고 영향력 있는 국제기구로 성장해 오고 있다. 현재 CISPR는 산하에 6개의 분과위원회(Sub-committee)와 위원회 운영에 대한 제반 사항을 논의하는 운영위원회(Steering committee)로 구성되어 있다.

2008년도 IEC/CISPR 전체 회의(plenary meeting)가 지난 2008년 10월 20일부터 29일까지 일본 오사카에서 개최되었으며, 본 보고서에서는 전자파 장해 및 내성에 대한 측정과 관련된 기본 규격(basic standard)을 담당하고 있는 CISPR 산하 A 분과위원회에서 담당하고 있는 주요 프로젝트에 대하여 회의 결과를 중심으로 전자파 적합성 표준화 동향에 대해 기술하였다.

II. A 소위원회 개요

IEC/CISPR 산하 A 분과위원회(Sub committee)는 전자파 적합성 평가를 위한 측정과 관련된 기본 규격(basic standard)을 담당하는 위원회로서, 각 제품 규격에 공통적으로 적용되는 시험장을 비롯한 측정 시설 및 기기에 대한 규격과 측정 방법, 그리고 측정의 재현성(reproducibility)과 반복성(repeatability)을 높이기 위한 측정 불확도(uncertainty) 표준 등에 관한 내용을 주로 다루고 있다.

A 분과위원회 표준화 활동의 결과는 <표 1>에서

<표 1> CISPR/A 담당 표준화 문서

규격 번호	규격 명칭	
CISPR 16	Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods	
CISPR 16-1	Radio disturbance and immunity measuring apparatus	
CISPR 16-1-1	Ed. 2.2 (2007-10)	Measuring apparatus
CISPR 16-1-2	Ed. 1.2 (2006-08)	Ancillary equipment - Conducted disturbances
CISPR 16-1-3	Ed. 2.0 (2006-02)	Ancillary equipment - Disturbance power
CISPR 16-1-4	Ed. 2.1 (2008-01)	Ancillary equipment - Radiated disturbances
CISPR 16-1-5	Ed. 1.0 (2003-11)	Antenna calibration test sites for 30 to 1,000 MHz
CISPR 16-2	Methods of measurement of disturbances and immunity	
CISPR 16-2-1	Ed. 2.0 (2008-10)	Conducted disturbance measurements
CISPR 16-2-2	Ed. 1.2 (2005-09)	Measurement of disturbance power
CISPR 16-2-3	Ed. 2.0 (2006-07)	Radiated disturbance measurements
CISPR 16-2-4	Ed. 1.0 (2003-11)	Immunity measurements
CISPR 16-2-5	Ed. 1.0 (2008-07)	<i>In situ</i> measurements of disturbing emissions produced by physically large equipment
CISPR 16-3	CISPR technical reports: Ed. 2.0 (2006-11)	
CISPR 16-4	Uncertainties, statistics and limit modeling	
CISPR 16-4-1	Ed. 1.1 (2007-04)	Uncertainties in standardized EMC tests
CISPR 16-4-2	Ed. 1.0 (2003-11)	Uncertainty in EMC measurements
CISPR 16-4-3	Ed. 2.1 (2007-01)	Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products
CISPR 16-4-4	Ed. 2.0 (2007-07)	Statistics of complaints and a model for the calculation of limits
CISPR 16-4-5	Ed. 1.0 (2006-10)	Conditions for the use of alternative test methods
CISPR 17	Methods of measurement of suppression characteristics of passive radio interference filters and suppression components: Ed.2.0 (1981-01)	

와 같이 CISPR 16 시리즈 및 CISPR 17 규격으로 편집·발간된다. CISPR 16은 크게 측정 장비와 시험장에 대한 규격(CISPR 16-1), 측정 방법에 대한 규격(CISPR 16-2), 측정 불확도에 대한 규격(CISPR 16-4), 그리고 기술적인 내용에 대한 부가적인 설명을 기술하고 있는 CISPR 16-3으로 구성되어 있다. WG1에서는 16-1, WG2에서는 16-2~5와 관련된 업무와 표준 문서를 각각 담당한다. CISPR 17은 EMI 대책용 수동소자에 대한 측정 방법에 관한 내용이다.

Ⅲ. 2008년 오사카 회의 주요 내용

IEC/CISPR 산하 A 소위원회 회의는 전자파 적합성 평가와 관련된 측정에 대한 모든 내용을 담당하고 있다. 또한, 프로젝트의 원활한 수행 및 진행 사항 점검을 위해 매년 전체 회의(plenary meeting)와 Interim Working Group 회의를 각각 1회씩 개최하고 있으며, 프로젝트 별로 Ad-hoc Group이나 Joint Task Force (JTF)를 구성하거나 다른 소위원회와의 협력이 필요

한 경우 Joint Working Group(JWG)가 구성되어 비정기적인 회의 혹은 전자 문서 등을 통해 표준화 활동을 수행하고 있다.

3-1 프로젝트 진행 사항

2008년도 CISPR SC A 총회는 일본 오사카에서 2008년 10월 20일(월)부터 24일(금)까지 5일 동안 GHz 대역 측정 방법, 시간 영역 측정 방법, 안테나 교정 등 현재 진행 중인 프로젝트를 중심으로 개최되었으며, 우리나라를 비롯한 미국, 일본, 유럽 등 약 22개국에서 65명의 전문가들이 참석하여 열띤 논의를 진행하였다.

본 절에서는 현재 진행 중인 주요 프로젝트를 중심으로 주요 내용과 진행 사항, 그리고 향후 일정 등에 대해 기술하고자 한다. <표 2>는 2008년도 일본 오사카 회의에서 논의된 현재 CISPR SC A에서 담당하고 있는 프로젝트와 책임자, 그리고 현재의 진행 단계를 기술하고 있다.

현재 CISPR SC A에서 공식적으로 진행 중인 프로젝트들에 대한 정보 및 현황은 IEC Web(www.iec.ch/zone/emc)이나 매년 1회씩 발행하는 PW 문서(CISPR/A/810/PW)로 확인 가능하며, 그 외에 표준 제정과 관련된 문서 및 진행 사항에 대해서는 CISPR A 소위원회에서 운영하는 Web Site(cispra.iec.ch)에서 제공하고 있다.

3-1-1 WG1 담당 표준화 프로젝트

3-1-1-1 CISPR16-1-1 Ed.3.0

- ① 프로젝트명: 적합성 평가를 위한 스펙트럼 분석기 사용(*Use of spectrum analyzers for compliance measurements*)
- ② 관련 문서: CISPR/A/764/CD, CISPR/A/776/CC, CISPR/A/783/INF, CISPR/A/802/CDV
- ③ 프로젝트 관련 주요 내용
 - 본 프로젝트는 2004년 상하이 회의에서 미

국 NC(W. Schaefer, Cisco System)의 요구로 시작되었으며, CISPR 16-1-1에 정의된 전자파 적합성 평가를 위해 사용 가능한 측정 수신기의 정의에 기존의 Test Receiver 이외에 Spectrum Analyzer를 추가하는 것을 주요 목적으로 함.

- CIS/A/802/CDV 문서는 Pre-selection없이 Spectrum Analyzer를 측정 수신기로 추가하기 위해 CISPR 16-1-1의 관련 규격을 수정한 문서로서 2009년 1월까지 각국의 NC에 회람될 예정이다.

3-1-1-2 CISPR16-1-1 Amd1 Ed.3.0

- ① 프로젝트명: FFT 기반 측정 기기 관련 요구 규격(*Specifications for FFT-based measuring instrumentation - Joint Task Force with CISPR/D*)
- ② 관련 문서: CISPR/A/744/INF, CISPR/A/799/MCR, CISPR/A/804/CD
- ③ 프로젝트 관련 주요 내용
 - 시간 영역에서 측정된 데이터와 FFT를 기반으로 하는 신호처리 방법을 적용하여 전자파 장해(EMI)를 측정하기 위해 필요한 장비의 규격을 정하고 이를 CISPR 16에 반영하기 위한 프로젝트로서 자동차 EMC를 담당하는 CISPR/D와 공동으로 추진하고 있음.
 - CISPR에서는 2006년 Kista 회의에서 자동차 분야인 CISPR/D의 요청으로 SC A 투표 결과 Joint Task Force(JTF)를 구성하여 공동 연구로 진행하기로 하였으며, 2007년 시드니 회의에서는 JTF 회의가 개최되었으며 Convener로 M. Aidam(독일, CISPR D)이 선출되었음.
 - 상기 프로젝트는 CISPR/A WG1에서 담당하고 있으며, CISPR A 소위원회 소속 프로젝트 리더는 W. Schaefer(Cisco, USA)이

<표 2> 2008년 CISPR SC A에서 진행 중인 프로젝트

번호	프로젝트 번호	과제명	진행 단계	과제 책임자
1	CISPR 16-1-1 Ed.3.0	적합성 평가를 위한 스펙트럼 분석기 사용 (Use of spectrum analyzers for compliance measurements)	CDV	W. Schaefer (USA)
2	CISPR 16-1-1 Amd1 Ed.3.0	FFT 기반 측정기기 규격 (Specifications for FFT-based measuring instrumentation)	1 st CD	W. Schaefer (USA)
3	CISPR 16-1-4 Amd.2 fl Ed.2.0	GHz 이상 주파수 대역에서 셋업용 테이블 평가 (Evaluation of set-up table in the freq range above 1 GHz)	CDV	A. Kriz (Austria)
4	CISPR 16-1-4 Amd.1 f2 Ed.2.0	기준 시험장법 (Introduction of Reference Site Method)	2 nd CD	A. Kriz (Austria)
5	CISPR 16-1-6 Amd.1 Ed. 1.0	안테나 교정 (Antenna Calibration)	NP	A. Sugiura (Japan)
6	CISPR 16-2-1 Amd1 Ed. 2.0	FFT 기반 측정 기기 포함 (Inclusion of FFT-based test instrumentation)	1 st CD	W. Schaefer (USA)
7	CISPR 16-2-1 Amd1 Ed. 2.0	FFT 기반 측정 기기 포함 (Inclusion of FFT-based test instrumentation)	1 st CD	W. Schaefer (USA)
8	CISPR 16-2-3 Amd2 Ed. 2.0	FFT 기반 측정 기기 포함 (Inclusion of FFT-based test instrumentation)	1 st CD	W. Schaefer (USA)
9	CISPR17 Ed.2.0	CISPR 17 유지보수 (Maintenance of CISPR 17)	2 nd CD	Y.Yamanaka (Japan)
10	CISPR 16-2-3 Amd.1 Ed.2.0	1 GHz 이하에서의 복사성 방출 시험을 위한 측정 인자의 추가와 여러 부분에 대한 수정 (Addition of measurand for radiated emission measurement method <1 GHz and other revision)	CDV	C. Vitek (USA)
11	CISPR 16-2-3 Amd 3 Ed. 2.0	1 GHz 이상에서 안테나 높이 스캔 (Introduction of antenna height scanning > 1 GHz)	INF	M.Alexander (UK, NPL)
12	CISPR 16-4-1 Ed.2.0	적합성 평가 기준에 있어서 불확도 처리 (Treatment of uncertainties in compliance criteria)	DTR	L. Dunker (Germany)
13	CISPR 16-4-2 Ed.2.0	전자파 적합성 측정에서의 불확도 (Uncertainties in EMC measurements)	1 st CD	J. Medler (Germany)
14	IEC 61000-4-22 Ed.1.0	전자파 무반사실에서의 복사성 방사 및 내성 (Radiated emissions and immunity measurements in FAR)	CC	C. Vitek (USA)

고 2012년 관련 규격 제정을 목표로 진행 중임.

- FFT 기반 시간 영역 측정 방법에 대한 기본 이론(background information)과 주파수 영역 측정 결과와의 비교 등에 대한 내용을 CISPR 16-3의 Amendment로 다루기 위

한 별도의 프로젝트를 진행하기 위해 MCR 문서(2008년말 회람 예정)를 준비 중에 있음.

- 현재 CISPR 16-1-1에서는 측정 장비(test instrumentation)를 정의하기 위해 "Black Box Approach"를 적용하고 있음. 이는 CISPR 표준에 따른 측정에 적합 여부를 고려하기 위해

선택된 기술이나 구현 방법에 상관없이 측정 장비는 CISPR 16-1-1에서 제시한 모든 규격을 만족해야 함을 의미함. 따라서, FFT-based measuring instrumentation를 이용한 시간 영역 측정을 위해서는 측정 기기에 대한 새로운 규격이 필요함.

- 현재 CISPR 16-1-1 Ed. 2와 Amd 1&2가 새로운 규격인 CISPR16-1-1 Ed.3.0으로 개정을 위한 작업 중임. 따라서 본 문서에서 제시된 내용은 신규 규격의 Amendment 1로 추가될 계획이며, CISPR16-1-1 Ed.3.0으로 발행될 CISPR/A/802/CDV 문서를 근거로 작성되었음.
- 현재 회람중인 CD 문서(CIS/A/804/CD)는 시간 영역 측정 방법을 표준 측정 방법으로 CISPR 규격에 반영하기 위한 노력의 일환으로 FFT 기반 시간 영역 측정에 사용되는 기기에 대한 요구 규격(specification)에 대해 기술된 표준 문서임.

3-1-1-3 CISPR16-1-4 Ed.3.0

- ① 프로젝트명: GHz 이상 주파수 대역에서 셋업용 테이블 평가(Evaluation of set-up table in the frequency range above 1 GHz)
- ② 관련 문서: CIS/A/745/MCR, CIS/A/753/CD, CIS/A/773/CC, CISPR/A/774/CD, CIS/A/790/CC, CIS/A/808/CDV
- ③ 프로젝트 관련 주요 내용
 - 본 프로젝트는 GHz 대역에서 피시험 기기(EUT) 배치에 사용되는 셋업용 테이블(set-up table)에 대한 영향을 정확히 평가하기 위한 시험절차를 마련하고 이를 기반으로 테이블에 의한 표준 측정 불확도를 산정하기 위한 절차와 방법을 제정함을 목적으로 CISPR/A WG1에서 담당하고 있으며, 프로젝트 리더는

A. Kriz (Austria)이고, 2010년 관련 규격 제정을 목표로 진행 중이며 현재 CDV(Voting stage) 단계임.

- 현재 회람중인 문서(CISPR/A/808/CDV)는 1 GHz 이상 주파수 대역(30 MHz~18 GHz)에서 셋업용 테이블(set-up table)이 전자파 장애(EMI) 측정 결과에 미치는 영향을 평가하고, 이를 기반으로 테이블에 의한 표준 측정 불확도를 산정하기 위한 절차와 방법에 대한 기술한 CIS/A/774/CD 문서에 대한 각국의 의견(CIS/A/790/CC)을 반영하여 최종(안)을 작성하고, 이를 기존의 CISPR 16-1-4 Ed2.1(2008-01)에 반영하여 새로운 버전(Ed. 3)으로 작성된 문서임.

3-1-1-4 CISPR16-1-4 Ed.3.0

- ① 프로젝트명: 기준 시험장법(Introduction of Reference Site Method)
- ② 관련 문서: CIS/A/721/INF, CIS/A/723/NP, CIS/A/746/RVN, CIS/A/775/CD, CIS/A/797/CC
- ③ 프로젝트 관련 주요 내용
 - 본 프로젝트는 접지면을 갖는 기준 시험 시설에 대한 기준 평가 방법인 Normalized Site Attenuation(NSA) 방법에 대해 측정의 불확도를 개선하기 위한 새로운 평가 방법인 Reference Site Method(RSM)의 필요성과 기술적 사항을 기술하고 CISPR 16-1-4와 CISPR 16-1-5 문서를 개정함을 목적으로 함.
 - 기존의 시험장 적합성 평가 방법인 NSA의 단점을 보완하고 측정 불확도를 줄이기 위해 현재 FAR에서 사용되고 있는 RSM을 적용하기 위해 유럽에서 제안한 표준화 주제로서 WG1에서 담당하며, 프로젝트 리더는 오스트리아의 A. Kriz(오스트리아)로 선정되었으며 JTF를 구성하여 진행중임.

- RSM 관련 Ad-hoc Group에서는 10월 20일에 CC 문서(CISPR/A/797/CC)에 대한 기술적 검토(Review)를 수행하고 회의 내용을 발표함.
- Reference Test Site의 기준 수정안(현재의 ± 1 dB에서 ± 1.5 dB로 변경) 관련 논의
- 측정 시간이 오래 소요되는 문제를 해결하기 위한 방안 논의
- 현재 수행하고 있는 RRT에 대한 최종 보고서를 작성하여 회람하고 이를 토대로 2008년 12월말까지 2nd CD 문서를 작성하기로 함.
- 향후 주요 논의는 E-mail을 통해 수행할 예정이며, CISPR SC A Interim Meeting이 개최되는 경우에는 Ad hoc Meeting을 갖고, 그렇지 않은 경우에는 추후 결정하기로 하였음.
- 기준 시험방법과 관련해서는 1st CD 문서(A/775/CD)에 대한 각국의 의견과 회의에서 논의된 내용을 바탕으로 2008년 말까지 2nd CD를 작성하기로 하였음.

3-1-1-5 CISPR 16-1-6 Ed.1.0

- ① 프로젝트명: 안테나 교정 (Antenna Calibration)
- ② 관련 문서: CISPR/A/373/MCR, CISPR/A/644/CD, CISPR/A/682/CC, CISPR/A/822/NP
- ③ 프로젝트 관련 주요 내용
 - 본 프로젝트는 전자파 측정법에 의한 자유 공간에서의 안테나 인자(antenna factor)를 결정하고 이를 기반으로 전자파 적합성 기준 안테나를 교정하기 위한 상세 규격과 관련 정보에 대해 정의하고 표준화하기 위한 프로젝트임.
 - 스웨덴 Kista에서 개최된 2006년 SC A 회의에서 프로젝트 자체가 초기화되었으며, SC A 산하 WG1에서는 CIS/A/644/CD와 CIS/A/

682/CC 문서를 토대로 새로운 CD 문서를 준비하여 Adhoc Group 및 WG Member들을 중심으로 검토하였으며, 현재 최종 문서를 기반으로 작성된 NP 문서(CISPR/A/822/NP)가 회람 중임.

- 새로운 프로젝트로 제안된 CISPR/A/822/NP 문서의 주요 내용은 다음과 같음.
 - 주파수 대역: 30 MHz~18 GHz
 - 고려중인 안테나: Dipole, Biconical, Log-periodic dipole array, Hybrid Antenna 등
 - 불요전자파 측정에 사용되는 EMC 측정용 안테나에 대한 교정 방법 제시: Three-Antenna Method(TAM), Standard Antenna Method(SAM), Standard Site Method(SSM) 등
 - 안테나 교정시 고려해야 하는 측정 불확도 지침과 다이폴 형태의 안테나에 있어서 바닥면에 의한 상호 결합에 의한 안테나 인자의 불확도를 정량화하기 위한 교정 방법 등이 포함됨.
- EMC 측정이나 시험장에 대한 성능 평가에 사용되는 안테나에 대한 교정 방법이 국제 규격으로 반영될 경우 각국의 전자파 적합성 평가 시스템에 미치는 영향이 커 상당한 논의와 논쟁이 계속되고 있는 프로젝트이며, 프로젝트 결과는 안테나 교정의 중요성에 근거하여 신규 규격(CISPR 16-1-6)으로 발행될 예정임.

3-1-1-6 CISPR 16-2-1 Amd1 Ed.2.0

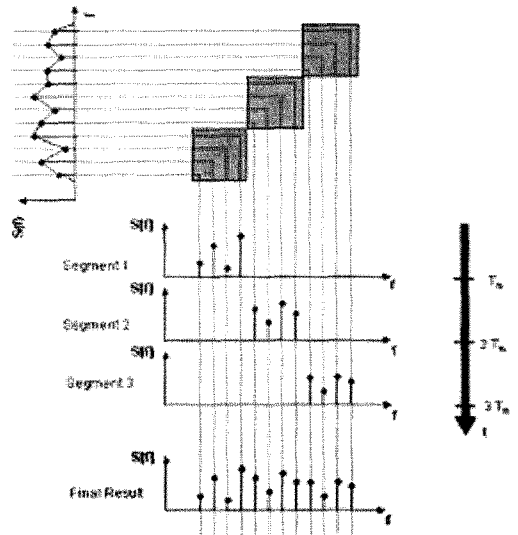
- ① 프로젝트명: FFT 기반 시험 기기 포함(Inclusion of FFT-based test instrumentation)
- ② 관련 문서: CISPR/A/744/INF, CISPR/A/799/MCR, CISPR/A/805/CD
- ③ 프로젝트 관련 주요 내용
 - 기본적으로 CISPR 16-2-1에서 요구하는 측

정 방법 관련 규격은 측정에 사용되는 장비 (measuring receiver)와 상관없이 만족해야 함. CISPR 16-1-1에서 FFT-based measuring instrumentation의 추가는 관련 측정 방법에도 부가적인 규격의 추가가 필요함. 즉, FFT-based measuring instrumentation을 이용한 측정 방법에 대한 새로운 규격이 필요함.

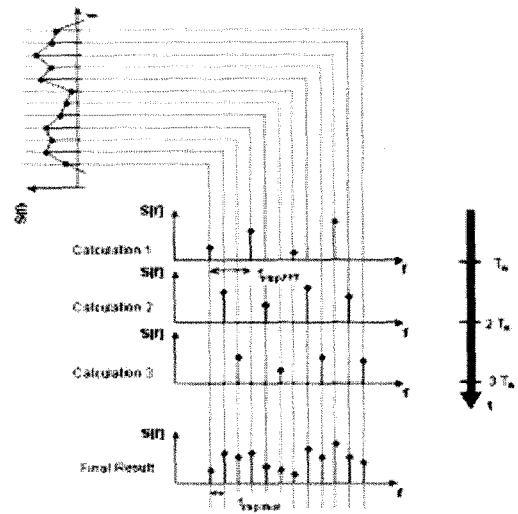
- 현재 CISPR 16-2-1 Ed.1와 Amd가 새로운 규격인 CISPR16-2-1 Ed.2.0으로 개정을 위한 작업 중임. 따라서 본 문서에서 제시된 내용은 신규 규격의 Amendment 1로 추가될 계획이며, CISPR 16-2-1 Ed.2.0으로 발행될 CISPR/A/798/FDIS 문서를 근거로 작성되었음.
- 현재 회람중인 CD 문서(CIS/A/805/CD: CISPR 16-2-1: 전도성 방해 측정 방법 관련 규격)는 FFT 기반 시간 영역 측정 방법을 표준 측정 방법으로 CISPR 규격에 반영하기 위한 노력의 일환으로 전도성 방해(conducted disturbance) 측정에 있어서 FFT 기반 시간 영역 측정기기를 사용한 측정 방법 관련 내용이 기술된 표준 문서임.
- FFT-based measuring instrumentation은 다음의 두 가지 기능을 가지고 있어야 함.
 - FFT 기반 측정 장치는 Stepped Scan과 각 Scan 주파수 대역 내 N 개 주파수에서의 계산된 결과를 합할 수 있어야 함([그림 1] 참조).
 - FFT 기반 측정 장치는 주파수 분해능(frequency resolution)을 높이고, 동시에 고정된 주파수 스텝을 조정하기 위한 방안을 제시해야 함([그림 2] 참조).

3-1-1-7 CISPR 16-2-2 Ed.2.0

- ① 프로젝트명: FFT 기반 시험 기기 포함(Inclusion of FFT-based test instrumentation)
- ② 관련 문서: CISPR/A/744/INF, CISPR/A/799/MCR,



[그림 1] FFT scan in segment



[그림 2] Freq. resolution enhancement method

CISPR/A/806/CD

③ 프로젝트 관련 주요 내용

- 기본적으로 CISPR 16-2-2에서 요구하는 측정 방법 관련 규격은 측정에 사용되는 장비 (measuring receiver)와 상관없이 만족해야 함.

CISPR 16-1-1에서 FFT-based measuring instrumentation의 추가는 관련 측정 방법에도 부가적인 규격의 추가가 필요함. 즉, FFT-based measuring instrumentation을 이용한 측정 방법에 대한 새로운 규격이 필요함.

- 현재 CISPR 16-2-2 Ed.1.2(2005년 9월)은 현재 개정 작업이 진행되고 있지 않음. 따라서 본 문서에서 제시된 내용은 신규 규격(CISPR 16-2-2 Ed. 2.0)에 반영될 계획이며, 현재 문서는 CISPR 16-2-2 Ed.1.2 규격을 근거로 작성되었음.
- 현재 회람중인 CD 문서(CIS/A/806/CD: CISPR 16-2-2: 방해 전력 측정 방법 관련 규격)는 FFT 기반 시간 영역 측정 방법을 표준 측정 방법으로 CISPR 규격에 반영하기 위한 노력의 일환으로 방해 전력(disturbance power) 측정에 있어서 FFT 기반 시간 영역 측정기를 사용한 측정 방법 관련 내용이 기술된 표준 문서임.

3-1-1-8 CISPR 16-2-3 Amd2 Ed.2.0

- ① 프로젝트명: FFT 기반 시험 기기 포함(Inclusion of FFT-based test instrumentation)
- ② 관련 문서: CISPR/A/744/INF, CISPR/A/799/MCR, CISPR/A/807/CD
- ③ 프로젝트 관련 주요 내용
 - 기본적으로 CISPR 16-2-3에서 요구하는 측정 방법 관련 규격은 측정에 사용되는 장비(measuring receiver)와 상관없이 만족해야 함. CISPR 16-1-1에서 FFT-based measuring instrumentation의 추가는 관련 측정 방법에도 부가적인 규격의 추가가 필요함. 즉, FFT-based measuring instrumentation을 이용한 측정 방법에 대한 새로운 규격이 필요함.
 - 현재 CISPR 16-2-3 Ed.2.0은 새로운 규격인

CISPR16-2-3 Ed.2.0의 Amendment 1로 개정을 위한 작업 중임. 따라서 본 문서에서 제시된 내용은 CISPR16-2-3 Ed.2.0의 Amendment 2로 추가될 계획이며, CISPR16-2-3 Ed.2.0의 Amendment 1로 발행될 CISPR/A/801/CDV 문서를 근거로 작성되었음.

- 현재 회람중인 CD 문서(CIS/A/807/CD: CISPR 16-2-3: 복사성 방해 측정 방법 관련 규격)는 FFT 기반 시간 영역 측정 방법을 표준 측정 방법으로 CISPR 규격에 반영하기 위한 노력의 일환으로 복사성 방해(radiated disturbance) 측정에 있어서 FFT 기반 시간 영역 측정기를 사용한 측정 방법 관련 내용이 기술된 표준 문서임.

3-1-1-9 CISPR 17 Ed.2.0

- ① 프로젝트명: CISPR 17 유지보수(Maintenance of CISPR 17)
- ② 관련 문서: CISPR/A/739/MCR, CISPR/A/755/CD, CISPR/A/785/CC, CISPR/A/823/CD
- ③ 프로젝트 관련 주요 내용
 - 본 프로젝트는 수동형 무선 장해 대책용 필터와 억제 소자에 대한 표준 측정 방법을 기술하고 있는 CISPR 17을 개정하기 위한 것으로서 주요 프로젝트 내용은 다음과 같음.
 - 기존 CISPR 17에서는 RF 주파수 대역에서 불요 전자파를 억제하기 위해 사용되는 수동 소자에 대한 성능 측정 방법을 삽입 손실(Insertion Loss)로 하고 있으나 본 프로젝트를 통해 산란 파라미터(Scattering Parameter)와 임피던스(Impedance) 등을 포함할 예정이다.
 - 측정 대상 소자 및 부품: Capacitor, Inductor Resistors, Combinations of inductors, capacitors and resistors of either the lumped or dis-

tributed types

- 수동 소자 성능 평가를 위한 측정 파라미터별 측정 불확도 추가
- 현재 일본과 독일의 전문가들로 구성된 Ad hoc 그룹에서 CISPR 17의 보완을 위한 표준화 활동을 진행 중에 있으며, 프로젝트 리더인 Y. Yamanaka(일본 NiCT)가 프로젝트 일반사항 및 Ad hoc 그룹 세부 일정에 대해 보고하였음.
- 2009년 1월 25일까지 회람 예정인 CD 문서(CISPR/A/823/CD)의 주요 내용은 다음과 같음.
 - 측정 방법 및 파라미터별 측정 불확도를 고려하기 위해 여러 가지 수동 소자에 대해 성능 평가를 위한 시험을 실시하고 이를 토대로 측정 불확도 산정을 위한 방법을 부록으로 작성 중에 있음.

3-1-2 WG2 담당 표준화 프로젝트

3-1-2-1 CISPR 16-2-3 Am 1 Ed. 2.0

- ① 프로젝트명: 1 GHz 이하에서의 복사성 방출 시험을 위한 측정 인자의 추가와 여러 부분에 대한 수정(Addition of measurand for radiated emissions <1 GHz and other revisions)
- ② 관련 문서: CISPR/A/712/CD, CISPR/A/731/CC, CISPR/A/801/CDV, CISPR/A/821/INF
- ③ 프로젝트 관련 주요 내용
 - 2005년에 독일 프랑크푸르트에서 개최되었던 WG1의 Mid-term Meeting에서 30~1,000 MHz 주파수 대역에서의 복사성 방출 측정을 위한 Measurand에 대한 정의를 CISPR 16-2-3 규격에 반영하기로 결정하였음.
 - 논의를 진행하는 과정에서 CISPR 16-2-3의 내용 중 달라진 내용이 발견되어 이를 수정하기로 함. 즉, TEM Waveguide나 Reverberation Chamber를 이용한 측정 방법은 이미 표

준 규격(IEC 61000-4 시리즈)으로 발간되었으므로 더 이상 Under Consideration이 아니므로 수정.

- 현재 CDV 문서는 CISPR/A/712/CD와 이에 대한 각국의 Comment를 반영하여 작성된 문서로서 현재 각국의 NC 투표를 위해 2008년 12월 19일까지 회람 중임. 따라서 오사카 회의에서는 추가적인 논의를 하지 않았음.

3-1-2-2 CISPR 16-2-3 Am 3 Ed. 2.0

- ① 프로젝트명: 1 GHz 이상에서 안테나 높이 스캔(Introduction of antenna height scanning > 1 GHz)
- ② 관련 문서: CISPR/A/741/ INF
- ③ 프로젝트 관련 주요 내용
 - GHz 대역 EMC 측정과 관련하여 현재 CISPR에서 논의되고 있는 주요 프로젝트 중 하나는 복사성 방출(radiated emission) 측정 시 EUT와 안테나 빔폭을 고려하여 안테나의 높이를 스캔하여 측정하는 방법에 대한 논의로서, 이는 GHz 대역에서는 혼 안테나와 같은 지향성 안테나를 사용함으로써 피시험기가 측정 안테나의 빔 폭(Beam width) 내에 들어오지 않는 경우를 고려하기 위해 시작되었음.
 - GHz 대역에서 EMI 측정시 안테나의 높이 스캔과 관련된 상기 프로젝트는 SMB에 근거하여 정해진 기간(5년) 이내에 프로젝트를 완료하기 위해서 현재 정식 프로젝트로 진행하지 않지만 상당 기간 논의가 진행 중인 연구 주제이며, 2007년 런던 Interim 회의에서 Ad hoc Group(Leader: M. Alexander, NPL, UK)이 만들어졌으며, 현재 1st CD 문서를 준비 중이며, 프로젝트 진행 관련 2008년 주요 회의 내용은 다음과 같음.
 - GHz 이상 주파수 대역에서의 RE 측정의 경우 Horn Antenna와 같은 지향성 안테나를

사용하는 경우 안테나의 빔폭 내에 EUT가 포함되지 않는 경우가 발생하며, 안테나의 빔폭이 EUT를 포함하는 경우에도 GHz 대역에서는 EUT로부터 발생하는 불요전자파의 복사 패턴이 복잡하여 수신 안테나의 높이를 가변하며 측정하는 것을 고려해야 된다는 연구 결과가 있었음.

- EUT에 대해 수신 안테나의 Scanning & Tilting 효과를 확인하기 위해 NPL(M. Alexander)를 중심으로 측정을 수행하였음.
- 일반적인 경우에 있어서의 안테나 높이 스캔에 대한 지침(Guide)을 만드는 것을 제안함.
- Antenna Height Scanning & Tilting과 관련해서는 추가적인 논의 및 연구가 필요함(2008년 10월 23일 WG1 이후 Ad Hoc Group 개최할 예정임).
- 2008년 10월 31일까지 Antenna Height Scanning 프로젝트에 대한 Work Plan을 마련하여 SC A WG2 Secretary에 보고하기로 함.

3-1-2-3 CISPR 16-4-1/TR Ed. 2.0

- ① 프로젝트명: 적합성 평가 기준에 있어서 불확도 처리(*Treatment of uncertainties in compliance criteria*)
- ② 관련 문서: CIS/A/702/MCR, CIS/A/719/Q, CIS/A/730/RQ, CIS/A/779/CD, CIS/A/794/CC, CIS/A/818/DTR
- ③ 프로젝트 관련 주요 내용
 - 현대는 과학 기술과 산업의 발전으로 공업, 환경 및 정보 통신 등의 각 분야에서 수많은 측정이 이루어지고, 측정 결과는 국가의 정책 설정, 생산품의 품질 관리, 국제간의 통상 무역에서 이루어지는 결정에 중요한 자료로 이용되며 그러한 결정을 하는데 있어서 중요한 요소가 측정 결과의 신뢰성이며, 그 척도가 측정 불확정도로서 최근 국내·외적으로

로 측정 불확도(Measurement Uncertainty)에 대한 많은 연구와 표준화가 진행중임.

- 2006년 4월 프랑크푸르트에서 개최된 CISPR/A/WG2 회의에서 적합성 평가 기준 설정시 불확도를 고려하기 위해 CISPR 16-4-1 규격에 대한 유지 보수 관련 제안이 있었으며, 프로젝트 리더로 네덜란드 P. Beeckman이 선임되어 2010년을 목표로 추진됨.
- 피시험기기에 대한 적합성 평가 시 측정 불확도의 처리 방법에 대한 프로젝트로서 현재 DTR 문서가 투표를 위해 회람 중(2008. 12)임.

3-1-2-4 CISPR 16-4-2 Ed. 2.0

- ① 프로젝트명: 전자파 적합성 측정에서의 불확도 (*Uncertainty in EMC measurements*)
- ② 관련 문서: CISPR/A/784/MCR, CISPR/A/792/CD, CISPR/A/826/CC
- ③ 프로젝트 관련 주요 내용
 - 오사카 회의 4주전에 A/792/CD문서에 대한 NC Comment를 받았으며, 정리된 Comment들 중 논의가 필요한 부분에 대해서는 WG Meeting 이후 Ad hoc Group에서 논의하였음.
 - 적합성 시험을 위한 허용 기준과의 관계성을 위한 전체 측정 불확도는 측정 기기에 대한 불확도, 측정 방법이나 배치에 대한 고유 불확도 등이 모두 포함되어야 함. 이러한 내용은 CISPR 16-4-1의 4.7.5절에 반영될 예정임.
 - CIS/A/792/CD 문서의 주요 내용
 - 30~1,000 MHz 주파수 대역에서 SAC나 OATS에서의 복사성 방출 측정과 관련된 Compliance Uncertainty를 결정하기 위한 정보와 지침에 대한 내용을 다루며, 향후 CISPR 16-4-1 문서의 8절에 포함될 예정임.
 - CISPR 16-4-2에서 SAC/OATS 기반의 복사성 방출 실험의 불확도는 측정기기의 불확

도(Measurement Instrumentation Uncertainty: MIU)에 의해 제한된다고 기술되어 있음.

- 본 문서에서는 적합성 시험에 필요한 모든 불확도, 즉 MIU를 포함한 표준 적합성 불확도(Standard Compliance Uncertainty: SCU)에 대해 기술함.

· 2008년 오사카 회의에서 A/792/CD와 A/826/CC 문서에 대해 논의된 결과를 토대로 2008년 말까지 2nd CD 문건을 발행하기로 결정하였음.

3-1-2-5 IEC 61000-4-22 Ed. 1.0

① 프로젝트명: 전자파 무반사실에서의 복사성 방사 및 내성(Radiated emissions and immunity measurements in FARs - Joint Task Force with SC77B)

② 관련 문서: CIS/A/505/NP, CIS/A/537/RVN, CIS/A/615/INF, CIS/A/616/INF, CISPR/A/704/CD, CISPR/A/720/CC, CISPR/A/763/INF, CISPR/A/780/CD, 77B/564/INF, CISPR/A/824/CC

③ 프로젝트 관련 주요 내용

· IEC/TC77B와 공동으로 추진하고 있는 본 프로젝트는 FAR에서 전자파 장애(EMI) 및 내성(EMS) 시험을 동시에 실시하기 위한 새로운 측정 방법 및 절차에 대한 프로젝트로서, 전자파 무반사실(FAR)에서의 복사성 방출과 내성 평가에 대한 신규 표준 규격(IEC 61000-4-22)의 제정을 목적으로 SC 77B와 CISPR/A로 구성된 Joint Task Force(JTF)에서 담당하고 있으며, 프로젝트 리더는 M. Wiles(ETS-Lindgren, UK)이고 2010년 관련 규격 제정을 목표로 진행 중임.

· 전자파 무반사실(Fully Anechoic Room: FAR)에서 복사성 방출(RE: Radiated Emission)과 내성(RS: Radiated Immunity/Susceptibility) 평가를 수행하기 위한 피시험기기(EUT) 배치

를 포함한 측정 방법과 시험 절차, 그리고 시험장 평가 절차 및 평가 기준에 대한 내용을 기술하고 있는 독립적으로 사용 가능한 표준(independent standard)에 대한 CD 문서로서 향후 IEC 61000-4-22 규격으로 발행될 예정임.

- 본 규격은 기존 측정 방법에 의한 시험 레벨 및 허용 기준을 유지하면서 동일한 FAR 시설을 사용하여 기존 측정 방법에 비해 간단히 RE와 RS 측정하는 방법의 제정을 목적으로 함.

- 본 규격의 내용은 기존 IEC 61000 시리즈나 CISPR 16 시리즈에서 제공하는 내용과 독립적으로 적용되며 적용 주파수 대역은 30 MHz~18 GHz임.

- 본 규격에서 제공하는 RE/RS 시험은 두 시험에 대해 조화된 시험장 평가 절차를 기반으로 하며, 이는 FAR 자체에 대한 평가보다는 FAR, Antenna 그리고 관련 장비를 포함한 시스템에 대한 검증을 통해 시험장 평가를 하는 방법을 제시하고 있음.

- 본 규격에서는 ISO에서 제공하는 측정 불확도 지침에 따라 측정 시설과 장비에 대한 측정 불확도 산정 방식에 대해 Guideline을 제공함.

· CISPR/A780/CD 문서는 CIS/A/505/NP(2004년 2월) 문서와 CIS/A/537/RVN(2005년 4월) 투표 결과를 기반으로 작성된 1st CD 문서인 CIS/A/704/CD(2006년 10월)와 이에 대한 각국 NC의 Comment(CIS/A/720/CC)를 반영한 두 번째 CD 문서임.

· 2008년 말에 CC문서가 발행되었으며, 기술적인 내용에 대해서는 Ad hoc Group Meeting에서 논의한 후 다음 단계(CDV)로 진행할 계획임.

3-2 기타 주요 내용

CISPR A에서 전자파 적합성 측정 및 평가를 위한 표준 제정을 위한 프로젝트 이외에도 표준화 작업과 관련되어 많은 안건들이 논의되었으며, 본 절에서는 표준 제정과 관련된 주요 내용에 대해 기술하였다.

3-2-1 기준 시험 방법(Referee Method) 관련 논의

- IEC SMB(Standard Management Board)에서 2007년 Sydney 회의에서 제기한 내용으로 시험 평가 항목마다 기준이 되는 측정 방법(Referee Method)을 정하라는 지침(ISO/IEC Directive Part 2)임.
- SMB 요구대로 각 시험 항목마다 기준 시험 방법이 정해지는 경우 기준 시험 방법 이외의 다른 시험 방법들의 필요성이 없어짐. 예를 들어 RE 시험에 대해 기준 시험 방법으로 야외 시험장/전자파 무반사실 측정법이 정해지는 경우 현재 개발 중인 TEM Waveguide, 전자파 잔향실 (Reverberation Chamber) 등의 필요성이 없어진다는 문제점이 발생. 그러나 현재와 같이 대응 시험 방법을 인정하는 경우에는 측정 방법(시설)들 사이의 측정 결과의 차이는 물론, 인증 및 시험 기관들이 다양한 시험 방법들을 모두 준비해야 하는 문제점들이 있음.
- 따라서 기준 시험 방법과 관련해서 각 소위원회 별로 심도 있는 논의를 통해 최종 CISPR 의견을 결정하기로 함.
- CISPR A 결정: A 위원회는 측정기기(시험장 포함)에 대한 규격과 측정 방법에 대한 규격을 담당하므로 동일한 효과를 갖는 다양한 측정 방법을 제공하는 것이 A 위원회의 임무이며, 따라서 상기 지침에 대한 SC A에 대한 공식적인 의견은 없는 것으로 결정함.

3-2-2 IEC 특허정책(AC/10/2007)

- 특허의 포함 없이 규격을 개발하는 것이 어렵지만, 표준에 포함된 특허 등은 기업의 기술개발 의지를 북돋우므로 관련 TC/SC 의장은 규격제·개정 중에는 특허권 선언, 형식, 데이터베이스의 내용을 반드시 고려해야 함. 즉, 특허권 소유자는 특허의 비 차별적인 공유, 무료공유, 비공유 등을 선언해야 하며, 규격의 첫 페이지에 특허 상황을 표기해야 함.

3-2-3 JTF & JWG 관련

- CISPR A는 측정 기기 및 시험장에 대한 규격과 전자파 적합성 측정 방법에 대한 기본 규격(Basic Standard)를 제정하는 위원회로서, 특정 제품에 대한 전자파 적합성 측정 평가를 위해 제품/제품군 규격위원회와 공동으로 표준화 작업을 추진 중에 있음.

(1) JWG between CISPR/A and SC77B

- Fully anechoic rooms(FARs): 신규 규격(IEC 61000-4-22) 제정으로 CISPR A에서 주관
- TEM Waveguide: 기존 규격(IEC 61000-4-20)에 대한 보완으로 77B에서 주관
- Reverberation Chamber(RVC): 기존 규격(IEC 61000-4-21)에 대한 보완으로 77B에서 주관
- Short guide on the assessment of measurement uncertainty(77/357/NP) 관련 프로젝트 추진

(2) JWG between CISPR/A and CISPR/B

- Size of Equipment Criterion related to CISPR 11(CISPR/A/819/INF 참조)

(3) JWG between CISPR/A and CISPR/D

- FFT-based emission measurement apparatus-Specification and application
- Large Chamber Validation for CISPR 25: 현재~30 MHz, 30~1,000 MHz 측정 방법 논의

- (4) JWG between CISPR/A and CISPR/F
 - CDN measurement method of radio frequency disturbances for lighting equipment in the frequency range 30 MHz to 300 MHz
- (5) JWG between CISPR/A and CISPR/I
 - Transfer of general test methods from CISPR 13 and 22 to CISPR 16 Series
 - Alternative AAN(ISN) (CISPR/A/791/DC, CISPR/A/812/INF 참조)

3-2-4 CISPR 16 규격 내 수식에서의 Single-letter Symbol 사용 관련 논의

- CISPR A 위원장인 M. Stecher에 의해 작성된 CISPR/A/793/INF 문서에서 제시한 바와 같이 현재 CISPR 규격의 수식에서 Multi-letter Symbol을 다수 사용하고 있으며, 이는 IEC 60027-1에서 규정한 규칙에 위배됨. 즉, 문장 중에서는 특

정 물리량(quantity)을 나타내기 위해 약어로 구성된 Multi-letter Symbol(Antenna Factor → AF, Longitudinal Conversion Loss → LCL 등)의 사용이 가능하지만 특수한 경우(Δ or δ e.g. Δf)를 제외하고 수식에서는 반드시 정해진 Single-letter Symbol만이 사용되어야 함.

- 이러한 문제는 CISPR 운영위원회(Steering Committee)에 상정되었으며, Single-letter Symbol 규정에 맞추어 CISPR 규격을 수정하기로 하였음 (<표 3>).

3-2-5 2009 IEC/CISPR Annual Meeting 날짜 및 장소

IEC 산하 EMC 관련 기술위원회(TC)는 내성 분야를 담당하는 TC77과 측정 기기 및 방법, 그리고 허용 기준 등의 기본 규격을 포함한 복사 방출 분야를 주로 담당하는 CISPR, 두 개의 위원회로 구성되어 분야별로 표준화를 진행하고 있으며, 공동의 프로젝트

<표 3> 현재 CISPR 규격에서 사용되고 있는 Multi-letter Symbol에 대한 예제

CISPR standard/report	Clause	Multi-letter symbol	Basic quantity	Proposed single-letter symbol	Comment
16-1-1	3.2 Table 7	IS	Impulse area (Voltage ×times)	A_{imp}	IS("impulse strength" is the impulse area)
16-1-1, CIS22	Fig.8b	LCL	Attenuation	L_{lcl} or a_{lcl}	"Longitudinal conversion loss"
16-1-3	4.2.2	CF	Factor(Conversion factor)	F_c	"Clamp factor" to measure the interference power
16-1-3	4.3	JTF	Factor(Conversion factor)	$F_{c jig}$	"Jig transfer factor"
16-1-3	4.3	RTF	Factor(Conversion factor)	F_{ref}	"Reference transfer factor"
16-1-3	Annex B	DF	Attenuation	a_d	"Decoupling factor" to power supply
16-1-3	Annex B	DR	Attenuation	a_{dr}	"Decoupling factor" to measuring receiver
16-1-4, 16-2-3, 16-4-1, CISPR12	Eq. (1)	AF	Factor(Conversion factor)	F_a	"Antenna factor"
16-1-4, 16-1-5	Eq. (2)	SA	Attenuation	A_s	"Site Attenuation"
16-1-4	Eq. (3)	NSA	Attenuation	A_n as in Eq.(1)	"Normalized site attenuation"
16-1-5	Eq. B.0	BUR	Attenuation	a_{ub}	"Balun unbalance rejection"

진행 등을 위해 2년에 한번씩 (홀수년) 동일한 장소에서 개최되고 있으며, 2009년 회의 장소 및 일정은 다음과 같다.

→ 2009년 회의에서는 TC77과 CISPR 회의가 동시에 진행될 예정이다.

- 장소: 프랑스 리옹
- 전체 회의 일정: 2009년 9월 21일(월)~
10월 1일(목)
- SC A 회의 일정: 2009년 9월 22일(화)~
9월 25일(금)

참 고 문 헌

[1] EMC 기준전문위원회, EMC(전자파적합성) 표준화 동향, 방송통신위원회 전파연구소, 통권 2호,

2008년.

- [2] 권종화, "2007 IEC/CISPR SC A 표준화 동향 보고서", 한국전자과학회지(전자파기술), 19(1), pp. 4-19, 2008년 1월.
- [3] 권종화, 박현호, 최형도, 이형수, "전자파장해(EMI/EMC) 표준화 및 연구 동향", 한국전자통신연구원 전자통신동향분석, 16(3), pp. 39-51, 2001년.
- [4] CISPR/A/803/DA, "Draft agenda and schedule for the Osaka Meeting", Aug. 2008.
- [5] CISPR/A/810/PW, "Program of work of IEC/CISPR Sub-committee A", Sep. 2008.
- [6] IEC/CISPR Web-site, www.iec.ch/zone/emc
- [7] IEC/CISPR SC A Web-site, cispra.iec.ch

≡ 필자소개 ≡

권 종 화



1994년 2월: 충남대학교 전자공학과 (공학사)
 1999년 2월: 충남대학교 전파공학과 (공학석사)
 1999년 1월~현재: 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부문 전파기술연구부 전자파환경연구팀 선임연구원

[주 관심분야] 전자파 이론, EMC 해석 및 대책기술, EMC 측정표준

이 일 용



1996년 2월: 경희대학교 전파공학과 (공학사)
 1998년 2월: 경희대학교 전파공학과 (공학석사)
 2001년 9월~현재: 방송통신위원회 전파연구소

[주 관심분야] 안테나 및 전파전파, 위성통신, EMI/EMS

윤 재 훈



1984년 2월: 중앙대학교 전자공학과 (공학사)
 1986년 2월: 중앙대학교 전자공학과 (공학석사)
 1998년 8월: 중앙대학교 전자공학과 (공학박사)
 2002년 2월~2008년 12월: 한국전자통신연구원 Journal 편집위원

2006년 2월~2008년 12월: UST 이동통신/방송학과 교수
 1990년 2월~현재: 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부문 전파기술연구부 전자파환경연구팀 팀장
 [주 관심분야] 표준전자파발생기술, 전자파적합성 기술, 안테나 교정기술, EM 해석기술 등

김 남



1981년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1983년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
 1988년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)
 1992년~1993년: 미국 스탠포드 대학교 방문교수

1999년~2000년: 충북대학교 컴퓨터정보통신연구소장
 2001년: 미국 칼텍연구소 방문교수
 1989년~현재: 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수
 1992년~현재: 충북대학교 컴퓨터정보통신연구소
 [주 관심분야] 디지털 이동통신, 무선시스템, 전자파해석, EMI/EMC

양 준 규



2008년 8월: 군산대학교 정보통신전파공학 (공학박사)
 1997년 12월~현재: 방송통신위원회 전파연구소