

Generic Standard for *In-Situ* Measurement

이 중 근

한양대학교

I. 서 론

정보 통신 사회의 발달로 각종 전자 제품 및 휴대용 정보 통신 무선 단말기의 사용이 증가하였고, 이로 인해 전자파 환경은 갈수록 복잡해지고 있으며, 불요 전자파에 민감하게 영향을 받고 오동작을 일으킬 수 있는 확률이 증가하였다. 더욱이 대형 구조물은 갈수록 늘어나고 있는 추세이며, 전자파에 영향을 받을 수 있는 각종 전자장치들 역시 더욱 보편적으로 사용되고 있다.

한 예로써, 2003년 9월 제주도에서 CISPR/I 회의가 개최되었는데, 회기 중 Korean National Committee는 대형 LED 표지판에 의해 발생된 전자파 장해 복사 에너지에 관한 새로운 안전을 제안하였다. 대형 LED 전광판의 경우, 그 크기 때문에 시험장에서 복사 제한 값을 시험·평가하는 것이 불가능하며, 설치 장소의 열악한 시험 조건 등으로 인하여 측정이 불가능할 경우가 대부분이기 때문이다. 따라서 현재 월드컵 경기장, 철도역, 안내판, 광고, 고속 도로 안내도 등 많은 곳에서 활용되고 있는 대형 LED 전광판에 적합한 EMI 시험 방법과 절차의 연구가 필요하다.

1-1 *In-Situ* 측정의 정의 및 필요성

1-1-1 *In-Situ* 측정의 정의

CISPR 16-2

Where allowed by the relevant product standard *In-situ* measurements may be made for the evaluation of compliance, if it is not possible for technical reasons to make radiated emission measurements on a standard test

site. Technical reasons for *In-situ* measurements are excessive size and/or weight of the EUT or situations where the interconnection to the infrastructure for the EUT is too expensive for the measurement on standard test sites. *In-situ* measurement results of an EUT type will normally deviate from site to site or from results obtained on a standard test site and can therefore not be used for type testing.

CENELEC TC210/WG7(Guide for *In-situ* measurements)에서는 *In-situ*를 야외 현장에서의 EMI 시험 방법 및 측정 방법에 대한 절차로 정의하고 있다.

1-1-2 *In-Situ* 측정의 필요성

소형 EUT의 경우, Shielded room이나 Chamber 등을 통해 EMI 시험이 가능하지만 대형 EUT의 경우, 사이즈의 제약으로 인해 시험장 내에서의 측정 시험이 불가능하고, 설치 장소에서 구성품 조합에 의한 직접 제작 방식을 채택하고 있기 때문에 현장(*In-situ*) 시험 방법이 고려되어야 한다.

국내는 물론이고 국외에서도 야외 현장에서의 EMI 시험 방법 및 측정 방법에 대한 일반적인(*general*) 측정 방법이 없고, 그로 인해 갈수록 늘어나는 대형 EUT로부터 발생되는 불요 전자파의 측정 방법과 그 방법에 근거한 제한 기준 규격이 없으므로 실제로 현장에서 *In-situ* 측정을 통해 관련 데이터를 수집 및 분석하여 제한 기준을 만드는 것이 필요하다.

II. 본 론

2-1 *In-Situ* 관련 국제 표준화 최근 동향 및 추진

과정

2-1-1 CISPR SC HWG4 최근 동향

- WG04_030, Preliminary Agenda for 2nd Meeting of IEC CISPR/H WG04
- WG04_031, Discussion to the validation of large data display by the measurement of effective radiated power(ERP) by Cho/Dunker
- WG04_032, Consideration on measurement distances in the *In-situ* measurement of radiated emission by Cho
- WG04_033, Boundary condition for user installation testing in CISPR 22 by Fujio Amemiya, August 8, 2005
- WG04_034, CVP-Series by JP
- WG04_035, The legal req. on EMC in JP by Osabe
- WG04_036, Issues & Proposals_How to perform RE meas. by JP
- WG04_037, Meas. of RE in the freq. range below 30 MHz by Dr. Jaekel
- WG04_038, How to set meas. Boundaries by Dr. Jaekel
- WG04_039, Meas. of EUT installed on an outer wall of sky high building by Chung & Rhee
- WG04_040, Video analysis/ID of disturbance sources by Anton Kohling
- WG04_041, CASSPER by ETS-Lindgren Homeby, Anton Kohling
- WG04_042, Date and venue for the 3rd meeting of WG04 in Berlin, Jan. 2006, 4th in Seoul or Tokyo in Aug. 2006(can be arranged)
- WG04_043, Minutes of the 2nd meeting of WG04, to be distributed after the meeting to all members of WG04
- WG04_044, Document list of WG04

2-1-2 CISPR SC HWG4 Meeting

2-1-2-1 Meeting in Singapore

일 시: 2005. 8. 24~2005. 8. 26
미국, 영국, 한국을 포함한 13개국에서 17명 (WG member) 참석

2-1-2-2 Meeting in Capetown

일 시: 2005. 10. 19~2005. 10. 21
세계 각국에서 참석

2-2 기존측정 방법에 대한 문제점

2-2-1 CISPR 16-2(표 1)

2-2-2 CENELEC(표 2)

2-3 ERP 정의 및 *In-Situ* 측정 도입의 필요성

2-3-1 ERP의 정의

2-3-1-1 CISPR 16-2-3에서 정의된 ERP

1~18 GHz 대역에서의 전계 강도 측정 시 측정되는 파라미터는 측정 거리에서 EUT로부터 복사되는 전계 강도이고, 측정 결과는 전계 강도 단위로 표현된다. 어떤 표준에서, 기기의 허용 기준 값은 1 GHz 이상의 측정에 대해서는 ERP(유효 복사 전력) dBpW 단위로 표시된다. 아래는 자유 공간의 far-field 조건에서 3 m 거리에서 ERP를 전계 강도로 환산하는 공식이다.

$$E_{(3m)}/dB(\mu V/m) = ERP/dB(pW) + 7.4 \quad (1)$$

3 m 이외의 거리 d 에서는 방정식 (2)로 계산된다.

$$E_d/dB(\mu V/m) = ERP/dB(pW) + 7.4 + 20 \log [3/(d/m)] \quad (2)$$

2-3-1-2 ERP의 정의

EIRP는 무지향성(isotropic) 안테나를 기준으로 한

〈표 1〉 CISPR 16-2

	위치	내용	적용 불가 이유
1	(p.3) 2.6.5.1 - 5번째 단락	A perimeter connecting the outer parts of the EUT is usually taken as the reference point to determine the measurement distance. In some product standards, the exterior walls or boundaries of business parks or industrial areas are taken as the reference points.	EUT(대형 LED 전광판)의 설치 장소는 더욱 다양하다. 다양한 장소에서의 설치 높이에 대한 reference point를 고려하지 않았다.
2	(p.4) 2.6.5.2.1 - 2번째 단락	The horizontally polarized disturbance field strength shall be measured at the standard measurement distance using a loop antenna as described in 5.5.2.1 of CISPR 16-1 at a height of 1 m.	지표면과 측정 안테나와의 거리를 1 m로 하는 것이 대형 LED 전광판의 측정에서는 불가능한 경우가 있다. 대형 LED 전광판은 일반적으로 높은 곳에 설치된다. 또한 측정 시 측정 안테나를 지표면과 1 m 거리로 유지하는 것이 불가능할 수 있다.
3	(p.7) 2.6.5.4.2.2 - 3번째 단락	a) If it is impractical to remove the EUT, a half-wave or broadband dipole is positioned in the vicinity of the EUT. The vicinity is a range up to 3 m.	EUT(대형 LED 전광판)가 설치된 장소는 대부분 지표면으로부터 수에서 수십 미터 높이이다. 또한 설치 장소가 대부분 빌딩 벽이나 옥상, 구조물 위 같이 측정이 어려운 장소이다. 측정 안테나를 EUT 주변 3 m 거리에서 이동시키면서 측정하는 데에는 어려움이 따르는 경우가 많다.
	(p.7) 2.6.5.4.2.2 - 5번째 단락	c) The position and polarization of the half-wave dipole shall be such that the measuring receiver receives the highest field strength. If the EUT is not removed, then, if possible, it shall be switched off and the dipole is moved in a range up to 3 m around the EUT.	
4	(p.7) 2.6.5.4.2.2 - 7번째 단락	If the front of the EUT fills a large plane surface (for example, a building with a cable -TV network) the substitution antenna (half-wave dipole) is positioned about 1 m in front of the plane surface (in front of the building). The location of the substitution should be so chosen that an imaginary line between the substitution antenna and the measuring antenna is perpendicular to the direction of the face of the building.	대형 LED 전광판이 설치되는 곳은 보통 지상으로부터 높이가 수 미터에서 수십 미터에 이를 수 있다. 이러한 때 EUT가 놓인 전면의 1 m 거리에서 측정이 불가능한 경우가 더 많다.
5	전체	대형 LED 전광판의 EMI 측정 특성상 ambient emission을 고려할 때 더욱 세심한 고려가 필요하다.	

전력(power)과 이득(gain)을 곱한 값으로 ERP는 EIRP와 유사한 용도이지만, 무지향성 안테나가 아닌 dipole 안테나를 기준으로 하여 전력과 이득을 곱한

값이다.

$$ERP = \text{입력전력} \times \text{반파장 Dipole Antenna의 Gain(dBm)} = EIRP + 2.15 \text{ (dBm)} \quad (3)$$

<표 2> CENELEC

	위치	내용	적용 불가 이유
1	(p. 11/37) 5.2 - 2, 3번째 단락	The conducted emission on data and communication network is measured in a distance of less than 1 m from the source of emission for disturbance current or at the next accessible distribution point. If the magnetic field strength is measured, the reference distance shall be of 3 m from the next accessible surface of the network cable (see 3.9).	EUT(대형 LED 전광판)의 크기와 설치 장소의 문제로 인해 1 m와 3 m 거리에 설치가 불가능한 경우가 있다.
2	(p. 12/37) 5.3.2	The location for the measurement is chosen taking into account the direction of the victim. The disturbance field strength of an installation is generally measured outside the building or at the border of the property(the surface for the reference distance is the outer fence, or outer wall of the building or flat in which the emission source is located). The reference distance shall be 10 m (see 3.9).	EUT(대형 LED 전광판)의 설치 장소에 대하여 한정되어 있다. 대형 전광판이 설치된 장소의 범위가 협소하다. Reference distance가 측정하는 데에 불가능한 경우가 있을 수 있다. 10 m 보다 더 가깝거나 멀어야 하는 경우가 있을 수 있다.
3	(p.18/37) Annex A.1.2 - 4번째 단락	Closest to the interfered equipment, if it can be switched off but not moved, care should be taken of the minimum distance 2 m between the antenna and any conductive structure. For frequencies above 30 MHz, use a broad band antenna and place at least at three locations it in a volume surrounding the victim, at a minimum distance of 2 m.	EUT(대형 LED 전광판)의 크기와 설치 장소의 문제로 인해 최소 거리를 2 m로 지정하기 힘들다.
4	(p. 30/37) Annex C.2.1 - 1번째 단락	In case of interference it may be necessary to investigate an indoor disturbance source. In this case, measuring at a distance larger than 3 m(as required in CISPR documents) is generally impossible. Therefore the question is how to compare the field strength of a radiation source, measured at a distance shorter than 3 m with a measurement at a 10 m distance.	대형 LED 전광판의 설치 장소에 따라서 10 m 측정 거리도 불가능할 경우가 있을 수 있다.

2-3-2 ERP의 필요성

방해 전계강도에 대한 일반적인 측정은 CISPR 16-2-3에서 기술한 절차에 따라 이루어져야 한다. 이 절차는 기준거리에서와 같이 다른 거리에서의 제한을 측정하도록 한다. 또한 CISPR 16-2-3은 다음과 같이 측정 절차를 기술한다.

- a) EUT가 1~4 m의 안테나 높이 스캔으로 측정할 수 없는 높이에 위치해 있을 경우
- b) EUT와 측정 안테나 사이에 장애물이 있을 경우

c) 측정 거리는 EUT의 실제 방해 potential을 평가하기 위해, EUT의 크기에 의해 선택된다.

대형 전광판의 *In-situ* 측정을 위해 a) 항목은 중요하다. 이 항목은 수신 안테나의 높이 스캔에 의해 정확하게 측정될 수 없는 높이에 위치한 EUT를 의미한다.

2-3-3 ERP의 특징

2-3-3-1 ERP의 장점

ERP 측정을 사용하는 경우 측정 거리에 무관하게

복사되는 불요 전자파에 대한 측정이 가능하고, EUT로부터 far-field 조건을 충분히 만족하는 임의의 지점에서 최대 방해 전계 강도가 얻어진다. 측정된 방해 전력은 EUT의 방해 potential에 대해서 가장 현실적인 추측을 할 수 있게 한다.

2-3-3-2 ERP의 단점

측정 시간이 길며 고도로 숙련된 측정자가 필요하며 무반사실에서의 측정 때보다 더 많은 장비를 필요로 하는 것이 첫 번째 단점이다. ERP의 측정 절차는 소형 EUT에 알맞게 규정되었지만 대형 EUT에 알맞은 측정 절차도 규정되어야 한다. 또 다른 문제점은 ERP 측정을 위해 경우에 따라서 주파수의 사용 허가를 관련 기관으로부터 받아야 한다.

EUT의 전원을 오프 시킬 수 없다면, 측정 절차에 따라 큰 문제가 일어날 수 있다. 이런 경우를 위해 CISPR 16-2-3 문서에서는 방출되는 방해 전력에 근접한 주파수에서 복사 전력을 측정하도록 규정하고 있다.

(If the EUT cannot be switched off, it is still possible to use the substitution method to measure the radiated power of a disturbance from the EUT at a particular frequency at which the field strength of the disturbance from the EUT is at least 20 dB below that at the frequency of interest("nearby" means within one or two receiver IF-bandwidths). The frequency selected should, where possible, be chosen with regard to possible interference to radio services.)

2.4 In-Situ 복사 방출 측정을 위한 Factor n 도입

2.4.1 고층 건물 외벽에 설치된 EUT 측정법

고층 건물 외벽이나 옥상에 설치된 대형 전광판의 높이는 일반적으로 높이 설치되어 있고 고정되어 있지 않다. 제품 또는 제품군이 속한 기준에 의해 요

구되는 이격 거리를 만족시키면서 측정할 수 없는 경우, CISPR 16-2-3의 방정식을 사용하여 측정값을 기준 값으로 변환시킬 수 있다.

$$E_{std} = E_{mea} + n \cdot 20 \log \left(\frac{d_D}{d_{std}} \right) \quad (4)$$

- * E_{std} 방출 제한과 비교하기 위해 기준 측정거리에서의 전계강도 [dB(μ V/m)]
- * E_{mea} 측정 거리에서의 전계강도 [dB(μ V/m)],
 d_D 측정 거리 [m], d_{std} 기준 측정 거리 [m]

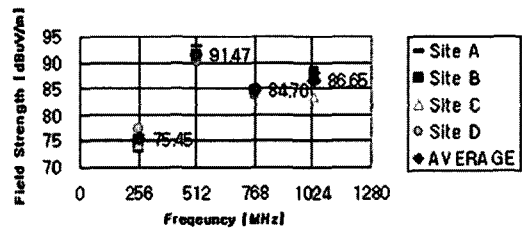
그러나 일반 생산품과 비교하여 EUT의 사이즈가 클 때, 식 (4)는 다시 고려되어야 한다.

2.4.2 측정

York EMC에 의해 개발된 comb generator(noise emitter)는 측정을 위한 EUT 소스로서 사용된다. 4개의 주파수(256.11, 512.62, 763.13, 12,025 MHz)에서 측정이 이루어졌다. 이때 Comb generator의 전송 안테나는 원뿔형 모노폴 타입이다.

2.4.2.1 시험장(Test Site)에서의 측정

서로 다른 위치에 설치된 2개의 반-전자파 무반사실(semi-anechoic chamber)과 2개의 다른 야외시험장(open area test sites)에서 EUT와 안테나의 거리를 10 m로 이격 후 전계 강도를 측정하였다. 이렇게 측정



[그림 1] 서로 다른 2개의 반-전자파 무반사실과 2개의 야외 시험장에서 측정된 전계 강도 결과와 평균값

된 4개의 전계 강도를 평균하여 기준으로 사용한다.

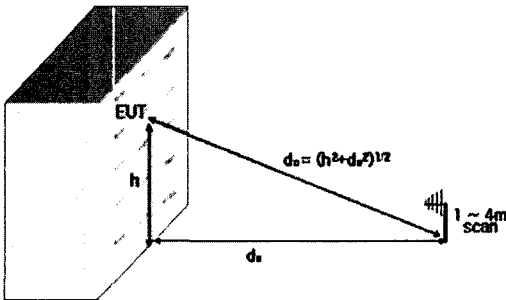
2.4.2.2 현장에서의 측정

EUT 높이에 따른 전계 강도의 변화를 알아보기 위해 10층 높이의 건물을 선택하였고, 그리고 각 층의 높이를 측정하였다. 그리고 수신 안테나와 건물 정면의 이격 거리를 10, 30, 100 m(d_H)로 변화시키며 각각의 위치에서 전계 강도를 측정하였다. [그림 2]에서 나타낸 것처럼 LP 안테나를 지면으로부터 1~4 m까지 변화시켜가면서 전계 강도 측정을 수행하였으며, 소스 발생기(comb generator)의 특징으로 인해 수직 편파만을 측정한다.

2.4.3 기준 값에 대한 현장 측정값의 비율

EUT와 수신 안테나가 동일한 높이에 위치할 경우에 식 (4)를 적용할 수 있다. 그러나 EUT의 위치가 지상으로부터 매우 높고, 수신 안테나가 대지에 위치되어야 할 때, 지수(Exponent n)는 지금까지 적용된 값과 동일하지 않을 수 있다. 식 (5)로 지수 n 을 계산한다.

$$n = \frac{E_{std} - E_{mea}}{20 \log \left(\frac{d_D}{d_{std}} \right)} \quad (5)$$



[그림 2] 수평 이격거리(d_H : horizontal distance)와 EUT 높이(h)에 따른 수신안테나와 EUT의 이격거리

여기서, E_{std} 에 대해서 시험장(test site)에서 측정된 기준 값을 적용하고, d_D 에 대해서 $d_D = d_{mea} = (h^2 + d_H^2)^{1/2}$ 을 사용한다.

III. 결 론

EUT 크기가 크고, 전광판과 같이 높은 위치에 설치될 경우 실험실 내에서의 EMI 측정이 불가능하다. 이 경우 *In-situ* 측정 방법이 고려될 수 있으나 기존의 측정법과 계산 방법으로는 여러 가지 문제가 있음을 알 수 있었다. 따라서 새로운 계산법이 필요하며 이때 EUT와 antenna와의 거리가 중요한 요소로 고려되어야 한다. 이때 거리는 EUT와 측정 안테나까지의 실제 대각선 거리이다. 실제 현장 측정된 전계 강도를 실험실에서 측정된 전계 강도로 변환시킬 수 있는 변환 factor n 의 도입이 필요하다.

2004년 상해 국제회의에서 정식으로 IEC 61000-6-7(전자자기 장애 현장측정)의 국제 규격번호가 부여되었다. 본 저자는 CISPR/H/WG4 컨비너를 수입하여, 처음으로 회의를 진행하였으며, 2005년 Singapore 및 Capetown 국제 회의에서 여러 국가의 대표 및 위원들과 논의 및 토론을 통해 *In-situ* 측정의 필요성과 기술적인 애로 사항, ERP의 개념 도입을 검토함과 동시에 IEC 61000-6-7 규격을 우리나라가 주도적으로 작성할 수 있는 기회를 갖게 되었다.

참 고 문 헌

- CISPR 11 Edition 3.1 1999-08
Industrial, scientific and medical(ISM) radio-frequency equipment -
Electromagnetic disturbance characteristics - Limits and methods of measurement
- CISPR 11 1997

Industrial, scientific and medical(ISM) radio-frequency equipment -

Electromagnetic disturbance characteristics-Limits and methods of measurement

- CISPR 13 Fourth edition 2001-04

Sound and television broadcast receivers and associated equipment - Radio disturbance characteristics-Limits and methods of measurement

- CISPR 14-1 Fourth edition 2000-03

Electromagnetic compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus

- CISPR 14-1 2000

Electromagnetic compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus

- CISPR 14-2 First edition 1997-02

Electromagnetic compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus

- CISPR 14-2 1997

Electromagnetic compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus

- CISPR 15 Sixth edition 2000-08

Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment

- KSC CISPR 16-1 Second edition 1999-10

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus

- KSC CISPR 16-2 Edition 1.1 1999-08

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2: Methods of measurement of disturbances and immunity

- KSC CISPR 16-3 First edition 2000-05

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 3: Reports and recommendations of CISPR

- CISPR 20 Edition 4.1 1999-06

Sound and television broadcast receivers and associated equipment - Immunity characteristics - Limits and methods of measurement

- CISPR 21 Second edition 1999-10

Interference to mobile radio-communications in the presence of impulsive noise - Methods of judging degradation and measures to improve performance

- CISPR 22 Third edition 1997-01

Information technology equipment-Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement

- CISPR 22 1997 AMENDMENT 1 2000-08

Information technology equipment - Radio disturbance characteristics-Limits and methods of measurement

- CISPR 24 First edition 1997-09

Information technology equipment - Radio disturbance characteristics-Limits and methods of measurement

- IEC 61000-3-2 Second edition 2000-08

Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current 16 per phase)

- IEC 1000-3-3 First edition 1994-12

Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 3 Limits-Section 3: Limits of voltage fluctuations and flicker in low - voltage supply systems for equipment with rated current 16

- IEC 61000-4-11 Edition 1.1 2001-03

Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 4-11: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests

- IEC 61000-4-2 Edition 1.1 1999-05

Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test

- IEC 61000-4-23 First edition 2000-10

Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 4-23: Testing and measurement techniques - Test methods for protective devices for HEMP and other radiated disturbances

- IEC 61000-4-27 First edition 2000-08

Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 4-2 7: Testing and measurement techniques - Unbalance immunity test

- IEC 61000-4-29 First edition 2000-08

Electromagnetic compatibility(EMC) - Testing and measurement techniques

- Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests

- IEC 61000-4-3 1995 AMENDMENT 1 1998-06
Amendment 1 Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 4-3: Testing and measurement techniques- Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test

- IEC 61000-4-4 1995 AMENDMENT 1 2000-11
Amendment 1 Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test

- IEC 61000-4-5 1995 AMENDMENT 1 2000-11
Amendment 1 Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques- Surge immunity test

- IEC 61000-4-6 1996 AMENDMENT 1 2000-11
Amendment 1 Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields

- IEC 61000-4-8 Edition 1.1 2001-03
Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques - Power frequency magnetic field immunity test

≡ 필자소개 ≡

이 중 근



1967년: 서울대학교 전기공학과 (공학사)

1973년: 미국 남플로리다 주립대학 (공학석사)

1979년: 미국 남플로리다 주립대학 (공학박사)

1979년~1988년: 국방과학연구소 책임

연구원

1990년~1991년: 한국전자과학기술학회 회장

1988년~현재: 한양대학교 전자컴퓨터공학부 교수

[주 관심분야] EMI/EMC, MW 부품, 칩 안테나