

# 전도성 노이즈로부터 발생하는 방사성 노이즈에 관한 평가

김동일\* · 김도연\*\*

\*한국해양대학교 전파공학과 교수, \*\*한국해양대학교 전파공학과

## An Estimation on Radiation Noise Produced from Conducted Noise

*Dong-Il Kim\* · Do-Yun Kim\*\**

*\*Division of Radio sciences, National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea*

*\*\*Graduate school of National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea*

**요약** : CISPR, FCC, MIL-STD 등의 국제규격에서 제안하는 주파수 범위에서 전도성 노이즈는 측정되어진다. 하지만 전도성 노이즈로부터 변환되는 방사성 노이즈에 대한 평가는 아직까지 시도된 바가 없으며, 따라서 이에 대한 국제규격은 미흡하다. 본 논문에서는 국제규격 IEC 61000-4-4에서 규정한 EFT의 레벨 4신호를 전송선로에 인가를 하여서 전도성 노이즈로부터 생성되는 방사성 노이즈에 대한 평가를 최초로 실시하였다. 실험결과를 보면 MIL, CISPR, FCC 등에서 제안한 주파수 범위 30 MHz ~ 50 MHz 보다 더 넓은 대역에서 방사성 노이즈가 나오는 것이 관측된다.

**핵심용어** : 국제규격, 전도성 노이즈, 방사성 노이즈, EFT

**ABSTRACT** : The conducted noise has been measured in the frequency band for international standards suggested by CISPR (International Special Committee on Radio Interference), American FCC (Federal Communication Commission), MIL-STD (Military Standard). However, international specification about the radiation noise converted from conducted noise has not been established. In this thesis, radiation noise produced from the conducted noise was measured for the first time by applying a noise of EFT's level 4, to transmission line which was defined by international standard IEC 61000-4-4. According to the experimental results, the noise radiated from the transmission line was observed in a frequency band broader than 30 MHz ~ 50 MHz band suggested by Military Standard, CISPR, and FCC.

**KEY WORDS** : *international standards, conducted noise, radiation noise, EFT*

## 1. 서 론

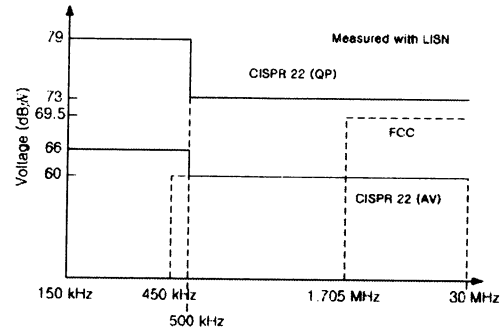
우리 생활에서 전자 장비의 이용이 증가함에 따라 전자 장비간의 전자파 간섭(EMI: Electromagnetic Interference) 및 전자파내성(EMS : Electromagnetic Susceptibility) 문제가 심각해지고 있다[1][2]. EMI와 EMS는 크게 전도성과 방사성으로 나뉘는데, 이들에 대한 평가는 여러 기관에 의해 수행되었으며, 이들에 대한 국제규격도 이미 확립되어 있다. 하지만 전도성 노이즈가 경로 변환에 의해서 방사성 노이즈로 변환

하다. 일반적으로 사용되는 전도 노이즈원으로서 ESD(Electric Static Discharge), EFT(Electric Fast Transient), Surge를 많이 사용하는데 이 노이즈원들의 주파수특성이 방사노이즈까지 적용이 된다.

따라서, 본 논문에서는 국제규격 IEC 61000-4-4의 EFT신호를 적용하여, 전도성 노이즈로부터 발생하는 방사성 노이즈에 대한 평가를 최초로 실시하였고, 이러한 방사성 노이즈의 특성을 알아보았다.

## 2. 전도노이즈의 해석

먼저 전도 노이즈에 대한 국제 규격을 살펴보면 IEC 산하의 CISPR (International Special Committee on Radio Interference)의 규격과 미국 연방 통신 위원회 (FCC : Federal Communication Commission)의 규격 및 미 육군에서 사용되는 MIL-STD-461 (Military Standard) 등에서 다음표와 그림과 같이 나타낼 수 있다.[3].



(b) Class A

Table 1. international standards CISPR

CISPR 22 Conducted Emission Limits for Class A Digital Devices.

Frequency(MHz)	$dB\mu V$ QP(AV)
0.15-0.5	79(66)
0.5-30	73(60)

CISPR 22 Conducted Emission Limits for Class B Digital Devices.

Frequency (MHz)	$dB\mu V$ QP(AV)
0.15	66(56)
0.5	56(46)
0.5-5	56(46)
5-30	60(50)

Fig. 1 Conducted noise standard FCC and CISPR 22 comparison.

여기서 Class A는 산업용 의료용의 규격선이다. 또 클래스 B는 주거용에서 사용되는 규격선이다.

표와 그림을 통해서 살펴보면 CISPR와 FCC의 전도노이즈 규격의 주파수 범위는 하한선은 다르지만 상한선이 30 MHz 까지인 것을 알 수 있다.

Table 2. international standards FCC

FCC Emission Limits for Class A Digital Devices.

Frequency (MHz)	$dB\mu V/m$
0.45-1.705	60
1.705-30	69.5

FCC Emission Limits for Class B Digital Devices.

Frequency (MHz)	$dB\mu V/m$
0.45-30	48

● MIL-STD-461의 규격 그림

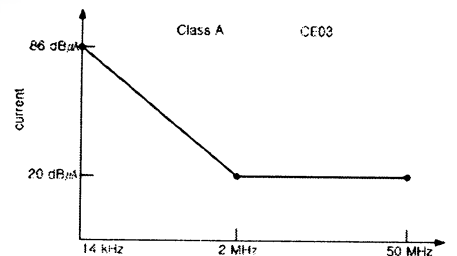
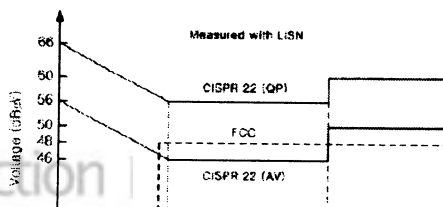


Fig. 2. The MIL-STD-461 Conducted emission limit for Class A.

● CISPR 규격과 FCC 규격의 비교 그림



이상과 같이 전도노이즈에 대한 국제규격을 검토해보면 주로 사용되는 CISPR나 FCC의 규격들은 전도노이즈 규격의 주파수 상한선이 30 MHz 이지만, 미국 육군에서 사용하는 MIL-STD 규격의 주파수 상한선은 50 MHz 까지 인 것을 알 수 있다.

2.2 전도노이즈의 전달경로

그림 3은 전도노이즈의 전달경로의 변화를 나타내고 있

체에 연결된 신호/제어 케이블 또는 전기 전원케이블로 전달되어 전도를 통하여 감응체로 전달되는 것을 나타낸다. 경로 3은 전자파 간섭이 소스의 전기 전원, 신호, 제어 케이블로부터 방사되는 것을 보여주고 있고, 경로 4는 전자파 간섭이 직접적으로 전도를 통하여 소스에서 감응체로 공통 전원 공급 라인 또는 공통 신호, 제어케이블을 통하여 전달되는 것을 나타내고 있다

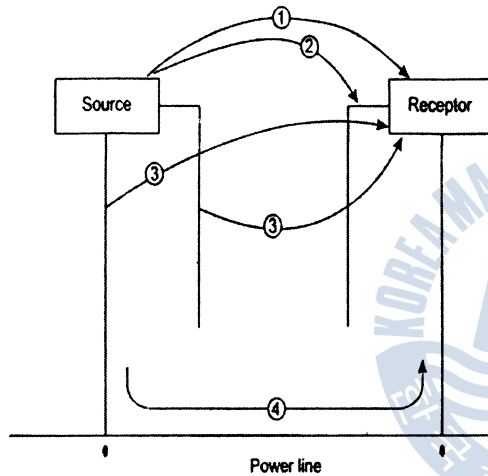


Fig. 3 Mechanisms of electromagnetic Interference.

소스에서 감응체로 전달되는 기본적인 전달경로는 직접적인 방사와 전도의 형태로서 그림 3의 4가지로서 나타내어진다. 본 논문에서 나타내고자 하는 전도노이즈에서 방사노이즈로의 전달은 경로 3으로서 노이즈 소스가 광대역 노이즈 소스일 경우 전도노이즈에서 방사노이즈로 노이즈의 전달 경로의 변화가 일어나게 되는 것이다[4].

### 2.3 EFT 특성

본 논문에서는 전도노이즈가 방사노이즈로의 경로변환을 통하여 나오는 노이즈를 측정하기 위해서 국제규격 IEC 61000-4-4에서 사용하는 EFT 신호를 사용한다. 다른 전도노이즈들 ESD, Surge보다 우리 주변의 PCB기판 등에서 쉽게 볼 수 있는 EFT신호를 Generator를 이용하여 인가하고 측정하였다. EFT신호를 표3을 참조하여 살펴보면 광대역이라는 것을 확인할 수 있으며 즉, 이 전도노이즈위를 이용하여 방사노이즈를 측정하고자한다. 여기

Table. 3. Test parameter for IEC 61000-4-4 of EFT.

$t_b=15ms; t_i=300ms, t_r=5ns t_d=50ns$			
level	Test voltage on power line(kV)	Test voltage on signal/data /control line(kV)	$t_p$ $\mu s.$
1	0.5	0.25	200
2	1	0.5	200
3	2	1	400/200
4	4	2	400
Tolerance for $t_b$ and $t_i$ is 20%; tolerance for $t_r$ and $t_d$ is 30% Tolerance for test voltage is +10%; tolerance for $t_p$ is +20%			

### 3. 전도노이즈의 방사특성 측정시스템

본 논문에서 사용한 전도노이즈의 방사특성 측정시스템에서 사용한 규격은 IEC 61000-4-4 규격이다. 이 국제규격의 주파수대역과 비교하기 위해서 규격에서 정의하는 대역 전도노이즈 측정주파수 대역 150 kHz ~ 30 MHz 이상의 대역에서 국제규격에서 요구하는 방사 노이즈의 주파수 범위인 30 MHz ~ 1 GHz 대역에서 측정을 하였으며 측정은 전자파 반 무향실 (Semi Anechoic Chamber)에서 측정하였고 측정 장비는 표 4와 같다.

Table. 4 Equipment used in measurement.

장비명	모델명
EMC analyzer	8591EM
LISN	3810/2 LISN
RF-cable	
Burst-Generator	SFT 4000

그림 4는 노이즈 측정시스템을 나타내는 그림이다. 6V 전원을 사용하여 EFT 제너레이터로 EFT를 발생하여 50 Ω으로 정합된 전송선로(Transmission line)에 전도노이즈를 인가하여 이때 전송선로로부터 방사되는 노이즈를 제작한 Loop Antenna로 수신하여 Spectrum Analyzer(HP 8591 EM)로 측정하는 장면을 보여준다.

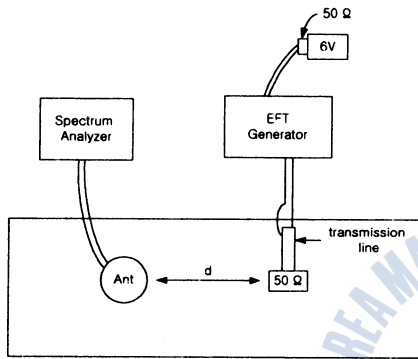


Fig. 4 Measurement system.

#### 4. 실험 결과 및 고찰

다음 그림들은 전도성 노이즈원에서 방사성 노이즈가 나오는 것을 측정하는 노이즈 측정 시스템을 적용하여 Spectrum Analyzer(HP사 8591 EM)로 측정을 한 결과 값들이다. 그림에서 녹색선은 Reference(거리 5 cm일때를 기준점)를 나타내고, 파란색선(점선)은 거리를 변화해가면서 측정한 값을 나타낸다.

##### ● 전송선로로부터 수평안테나일때 측정값

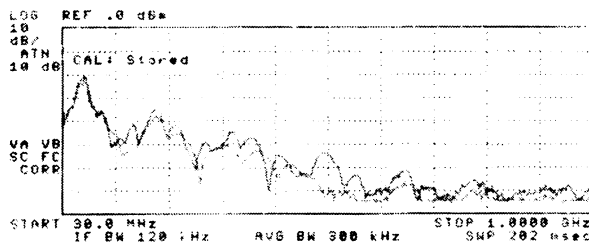


Fig. 5. 1 Distance 15cm from transmission line.

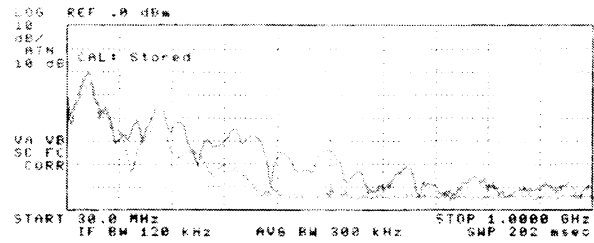


Fig. 5. 3 Distance 65cm from transmission line.

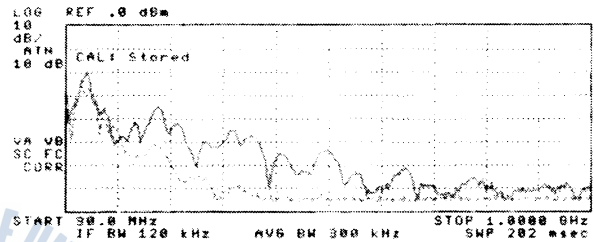


Fig. 5. 4 Distance 95cm from transmission line.

표 5. 전도성 노이즈로부터 방사되는 노이즈의 전력  
Table. 5 The power of the radiation noise produced from the conductor noise.

	300 MHz	500 MHz	700 MHz
15 cm	-51 dB	-70 dB	-73 dB
35 cm	-53 dB	-73 dB	-53 dB
65 cm	-61 dB	-74 dB	-61 dB
95 cm	-73 dB	-74 dB	-73 dB

이 결과 값을 살펴보면, 수신안테나가 전송선로로부터 가까이 있을 때에 즉 거리 15 cm 일 때는 300 MHz에서 -51 dB, 500 MHz -70 dB로 500 MHz 부근까지 노이즈가 존재함을 확인할 수 있었다. 전송선로로부터 1 m 정도 떨어져 있을 때에는 즉 거리 95 cm 일 때는 300 MHz에서 -73 dB, 500 MHz -74 dB로 350 MHz 부근까지 노이즈가 존재함을 확인할 수 있다.

즉, 국제규격에서 규제하는 전도노이즈 측정규격(CISPR, FCC의 30 MHz, 미국 육군규격 MIL-STD-461의 50 MHz)이상의 주파수대역에서 노이즈 성분이 나오는 것을 확인할 수 있다.

#### 5. 결론

국제규격 IEC 61000-4-4에서 규정하는 EFT의 Level 4를 전송선로에 인가하여 전도노이즈 국제규격에 적용해서 측정하였다. 그 결과, 국제규격에서 규제하는 주파수대역 CISPR의 FCC의 30 MHz의 MIL-

-73 dB, 500 MHz -74 dB로 350 MHz 까지 노이즈가 존재함을 알 수 있다. 본 논문에서는 아직까지 평가가 실시되지 않았으며, 따라서 국제규격도 미흡한 전도성 노이즈로부터 발생하는 방사성 노이즈를 최초로 평가하였고, 이 결과로서 국제규격 CISPR, FCC, MIL 규격의 전도노이즈 대책 주파수 대역이 더 넓어져야 한다는 것을 확인하였다. 즉, 이러한 경로에 따른 노이즈에 대한 국제규격이 조속히 확립되어야 할 것이다.

- 사 사 -

“이 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음” (KRF-2003-005-D0005)

### 참 고 문 헌

- [1] 이기철, 한국산업안전공단 안전검인증센터, 전자과장해동향과 안전대책, 2001.
- [2] 생산기술연구원 품질평가센터, 방사성 EMI의 근거리 측정기술 개발에 관한 연구, 1995.
- [3] Clayton R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, John Wiley, Inc 1992.
- [4] 77B/298+300/RVD, CEI/IEC 61000-4-4, 1995-1.
- [5] V. P. Kodali Engineering Electromagnetic Compatibility, IEEE Press, 1996.

