

# 1. EMC 규격 및 측정 방법

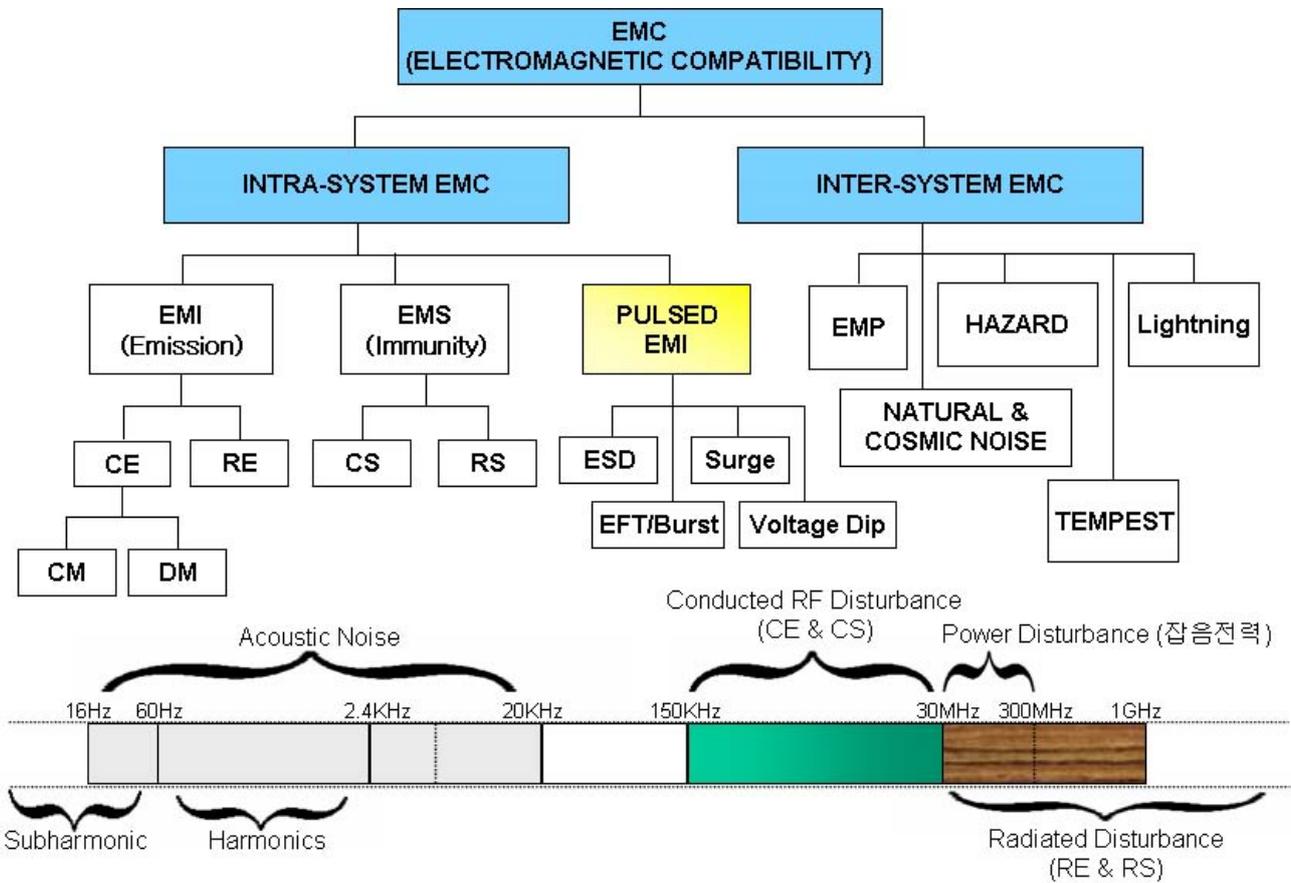
- 1.1. EMC 분류
- 1.2. 규격의 필요성 및 이해
- 1.3. 전도 및 방사 측정 방법
- 1.4. 측정 장비의 종류 및 이해

# 2. EMI 감소 기법

- 2.1. EMC Design Process
- 2.2. EMI Control Process
- 2.3. EMI Reduction Process

# 1. EMC 규격 및 측정 방법

## 1.1. EMC 분류



- A. EMC: Electromagnetic Compatibility(전자파 양립성, 전자파 적합성, 전자파 적응성)
  - 기기, 장비, 또는 시스템이 주변 환경의 사물에 허용될 수 없을 정도의 전자파 장애를 일으키지 않으면서, 그 전자파 환경에서 만족하게 기능할 수 있는 능력
  - 요구된 신호에 포함된 정보의 손실없이 신호와 장애 전자파가 공존할 수 있는 능력
- B. EMI: Electromagnetic Interference(전자파 장애, 전자파 간섭)
  - 전자파 방해로 인해 발생할 수 있는 기기, 장비 또는 시스템의 성능 저하
  - (주, 영어의 경우 'interference'[장애]와 'disturbance'[방해]는 구별없이 사용된다)
- C. EMS: Electromagnetic Susceptibility(전자파 감응성, 전자파 내성)
  - 전자파 방해가 존재하는 곳에서 기기, 장비 또는 시스템이 성능 저하를 일으킬 수 있는 정도(주, 감응성은 내성의 부족 정도를 의미한다)
  - Electromagnetic immunity(전자파 내성): 자기장이 전기장으로부터 수신기로 직접 결합되거나 조사(照射)되어 불요 신호의 영향으로부터 견딜 수 있는 정도
  - $EMS \propto 1/immunity$  (감응성은 내성의 부족 정도)
- D. CE(RE): Conducted(Radiated) Emission(전도[복사] 방출(사))
  - 전력선이나 신호선을 따라 전달되는 전자기 방출
  - 전도성 이외의 발생원으로부터 공간으로 전파되는 신호 또는 방해파
- E. CS(RS): Conducted(Radiated) Susceptibility(전도[복사] 감응성)
  - 불요 응답이나 성능 저하를 일으키기 위해 전원선, 제어선, 신호선 상에 요구되는 장애 신호의 전류 또는 전압의 양
- F. CM: Common-Mode Interference(공통[동상] 모드 장애)

- 전송선의 2선 단자 양쪽과 공통 기준면(접지) 사이에 나타나 전송선 양쪽 단자에 전위가 동시에 동일한 양만큼 변하는 장애 현상

이 Noise는 차동 잡음으로 변환되어 입력 단자의 장애 전압이 된다.

**G. DM: Differential-Mode Interference(차동 모드 장애)**

- 신호 전송 경로의 한쪽 전위가 다른 쪽에 대하여 차이가 나도록 하는 전자기 장애  
(주, 차동 모드 장애에 있어서 장애 전류 경로는 전적으로 신호 전송 경로를 따라 흐른다)

**H. ESD: ElectroStatic Discharge (정전기 방전)**

- 정전기적 전위가 서로 다른 물체가 근접하거나, 또는 직접적으로 접촉함에 따라 물체 간에 일어나는 전하의 이동

**I. EFT: Electrical Fast Transient (전기적 급성 과도 현상)**

**J. Surge:** 수  $\mu s$ 에서 수초간 지속되는 회로의 전압, 전류, 전력의 과도 파형

**K. Voltage Dip:** 전기시스템의 한 지점에서 전압의 급격한 감소이며, 수 사이클에서 수 초의 단시간 후에 전압이 회복하는 것

**L. EMP: Electromagnetic Pulse (전자파 펄스)**

- 과도적인 높은 세기의 전자기장. 전자파 펄스는 통상적으로 지구 대기권 내 또는 근처에서의 핵폭발과 관련되며, 번개와 같은 다른 전파원에 의해서도 전자파 펄스가 일어날 수 있다.

- 핵폭발로 인해 생길 수 있는 것처럼 한 시스템 전체가 안테나로서 광대역, 대전력의 영향을 받게되는 현상

**M. Harzard (위해) – 연료(Fuel), 병기(Ordnance), 인체(Personnel)**

- 자연적 또는 인위적 원인이나 사건으로부터 유기체의 건강, 생존, 번식에 미치는 위협

**N. TEMPEST(TEMPorary Emanation and Spurious Transmission)**

- 사명 달성의 안전성을 위태롭게 하는 비의도적인 전자파의 방출을 억제하는 일.

- 규격으로는 미국의 국가 보안국 NSA의 NACSIM 5100A, QSTAG244, QSTAG620과 영국의 BID 01/202(A), NATO의 AMSG 720B등이 있지만, 일반에게는 공개되지 않고 있다.

- TEMPEST는 프로젝트 이름인데, 무엇의 약어인지 정설은 없고, 너댓개의 설이 있다.

1. TEMPorary Emanation and Spurious Transmission
2. Terminal Electro-Magnetic Pulse Escape Save guard Techniques
3. Total Electronic and Mechanical Protection
4. TEMPorary Electromagnetic Signals Transmission
5. Transient Electromagnetic Pulse Emanations Standards
6. Test for Electromagnetic Propagation, Emission and Secure Transmission

## 1.2. 규격의 필요성 및 이해

### 가. 규격의 필요성 및 이해

A. 목표: 복잡 다양해지는 전자파 환경에서 질서를 부여하고 조화를 이루도록 하는 것

### B. 필요성

- 전파 환경 보호
- 수출품의 경쟁력 강화(규제 강화를 통한 수입 억제 효과)  
제품 개발 일정 지연에 따른 시장 선점 불리  
제품 단가 상승에 따른 경쟁력 저하 => 자국 산업 보호
- 전기/전자, 통신 시스템의 보호
- 인체 보호

### C. 규격의 목표 달성 방안

- 불요 전자파 방출(Electromagnetic Emission) 억제  
규제: 1970년대 후반부터 규제를 시작, 현재 규제를 강화 중
- 전자파 내성(Electromagnetic Immunity) 강화  
규제: 1996년 1월부터 유럽 연합을 중심으로 규제를 시작(EC EMC Directives)

### 나. EMC 규격

#### A. Noise 규제 세계 주요 기관

- IEC: International Electrotechnical Commission. 국제 전기 표준 회의
- ISO: International Standardization Organization. 국제 표준화 기구
- CISPR: Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques. 국제 무선 장애 특별 위원회
- CCIR: Comité Consultatif international des Radio Communications. 국제 무선 통신 자문 위원회  
(현재의 ITU-R)
- CCITT: International Telegraph & Telephone Consultative Committee. 국제 전신 전화 자문 위원회  
(현재의 ITU-T)
- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 전기 전자 기술자 학회
- FCC: Federal Communications Commission. 연방 통신 위원회(미국)
- NEMA: National Electrical Manufacturers Association. 미국 전기 공업회
- NBS: National Bureau of Standard. 미국 표준국
- VDE: VDE Prüf und Zertifizierungsinstitut. 독일 전기 기술 협회 인증 시험부
- ANSI: American National Standard Institute. 미국 규격 협회
- EIA: Electronic Industries Associations. 전자 공업회
- FAA: Federal Aviation Administration 연방 항공국
- NSA: National Security Agency. 국가 안전국
- VCCI: Voluntary Control Council for Interference by information technology equipment.  
정보 처리 장치 등, 전파 자주 규제 협의회(일본)

B. EMC 국제 규격과 규제

	국제 규격	일본	한국	대만	중국	미국	캐나다	EU	오스트레일리아
텔레비전 라디오 오디오	CISPR Pub. 13	전기용품취체법	제 4193호 제 825호 제 100호	CNS 13439	GB 13837	FCC Part 15 Subpart B Subpart C	GRR Part 2	EN 55013	AS/NZS 1053
VTR	CISPR Pub. 13	전기용품취체법				FCC Part 15 Subpart B		EN 55013	AS/NZS 1053
정보 기술 장치 (프린터, PC, 모니터, 워드프로세서 등) 복사기	CISPR Pub. 22	전기용품취체법 VCCI	제 4193호 제 825호 제 34호 제 100호	CNS 13438	GB 9254	FCC Part 15 Subpart B	CSA C 1088	EN 55022	AS/NZS 3548
전화 팩스	CISPR Pub. 22 CCITT	전기용품취체법 VCCI	제 4193호 제 825호 제 100호 제 117호			FCC Part 15 FCC Part 68	CS-03	EN 55022	
무선 통신 기기	CCIR	전파법 VCCI				FCC Part 15 FCC Part 68	CS-03 RPS-100		
가정용 전기 기기 포터블 전동 공구	CISPR Pub. 14	전기용품취체법			GB 4343		C 108.5	EN 55014	AS/NUS 1044
ISM 기기 공업용 계측 제어 장치 전자 렌지	CISPR Pub. 11 CISPR Pub. 19	전파법 전기용품취체법	제 4193호 제 825호 제 100호	CNS 13306	GB 4824 GB 16637	FCC Part 18	RIP-1 CSA C 108.6	EN 55011	AS/NUS 2646-1/2 AS/NUS 3548
형광등 조광기	CISPR Pub. 15	전기용품취체법						EN 55015	AS/NUS 4051
점화 장치 (자동차, 모터 보트 등)	CISPR Pub. 12	자동차 규격 (JASO)			GB 14023	SAE	SOR/75-629 CSA C 108.6	EN 55012	AS/NUS 2557

C. CISPR 분과 위원회의 명칭과 역할

SC	담당 표준 분야	발행 규격명
CISPR A	[기본 규격] 전자파 적합성 측정 기기, 측정 시설 및 측정 방법에 대한 규격	CISPR 16-1-1~5 CISPR 16-2-1~4 CISPR 16-3 CISPR 16-4-1~4 CISPR 17
	[Basic Standard] Radio-interference measurements and statistical methods	
	다른 SC(SC B ~ SC I), 즉 제품 규격 개발 위원회에서 개발하는 제품군 규격(Product Family Standards)과 관련하여 각 제품군 규격에서 기준이 되는 기본 측정 방법과 측정 장치에 대한 규격을 심의하고 제·개정하는 규격 위원회	
CISPR B	[기본 규격] 산업용·과학용·의료용 기기와 전기 철도에 대한 전자파 적합성 관련 규격	CISPR 11 CISPR 18-1~3 CISPR 19 CISPR 23 CISPR TR 28
	[Basic Standard] Interference relating to industrial, scientific and medical radio-frequency apparatus, to other(heavy) industrial equipment, to overhead power lines, to high voltage equipment and to electric traction	
	산업, 과학, 의료용(ISM: Industrial, Scientific, Medical) 기기와 전기 철도에 대한 방해파 관련 규격을 심의하고 제·개정하는 제품 규격 위원회	
CISPR D	[기본 규격] 모터 자동차 및 내부 연소 엔진에 대한 전자파 적합성 규격	CISPR 12 CISPR 21 CISPR 25
	[Basic Standard] Electromagnetic disturbances related to electric electronic equipment as vehicles and internal combined engine powered devices	
	자동차 등 내연 기관의 방해파와 자동차에 설치된 수신기의 보호에 관한 국제 규격을 심의하고 제·개정하는 제품 규격 위원회	
CISPR F	[기본 규격] 가정용 모터, 조명 기기 등 전자 전동 기기의 전자파 적합성 규격	CISPR 14-1 CISPR 14-2 CISPR 15 CISPR TR 30
	[Basic Standard] Interference relating to household appliances tools, lighting equipment and similar apparatus	
	모터, 스위칭 제어 장치를 내장한 가정용 전기 기기, 전동 공구 등과 유사한 전기 기기, 사무 기기, 경공업 기기, 조명 기기로부터 발생하는 방해파의 측정 방법과 허용 기준, 가정용 전기 기기의 내성에 관한 규격을 심의하고 제·개정하는 제품 규격 위원회	
CISPR R	[기본 규격] 무선 서비스 보호를 위한 허용 기준 및 전자파 적합성 공통 규격	CISPR TR 31 IEC 61000-6-3 IEC 61000-6-4
	[Basic Standard] Limits for the protection of radio services	
	다른 기준 위원회에서 사용될 수 있는 보호되어야 할 무선 서비스의 특성 DB를 작성 및 규격을 심의하고 제·개정하는 제품 규격 위원회	
CISPR I	[기본 규격] 정보 기술 장치(ITE), 멀티미디어 및 방송 수신기에 대한 방해파 기준	CISPR 13 CISPR 20 CISPR 22 CISPR 24 CISPR TR 29
	[Basic Standard] EMC of ITE, multimedia equipment and receivers	
	각종 방송 수신기(위성 방송, 케이블 방송 포함)와 이에 접속되는 증폭기, 녹음, 재생기 등 수신 시스템을 구성하는 모든 관련 기기, 그리고 정보 기술 장치(ITE)에 대한 방해파 측정 방법과 허용 기준을 심의하고 제·개정하는 제품 규격 위원회	

D. 국내/외 규격 현황

구분	국내 전자파 적합 등록 대상 기기 (인증 규칙 3조 별표4)	국제 규격	국내 규격	규격 현황	
기본 규격	일반 규격 시험시 기본 적용 규격 (시험장 평가 및 측정 기기 조건 등)	CISPR 16-1, 2: 장애 방지 시험	KN 16-1~5, 2~4	개정(2006.1.2)	
		IEC 61000-4-2, 3, 4, 5, 8, 11: 보호 시험 방법	KN 61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11	개정(2006.1.2)	
		IEC 61000-3-2, 3: 하모닉 플리커	없음	정보 기기 적용을 위한 규격 제정 작업 중	
공통 규격	제품 규격이 없을 경우	IEC 61000-6-1~4: 주거, 상업, 공업 환경용	공통 규격		
제품 규격	ISM 기기	EMI	CISPR 11: 산업, 과학, 의료용	KN 11	
		EMS	IEC 60601-2: 의료용	없음	의료 기기 EMS 적용을 위한 규격 제정 작업 중
	방송 수신기	EMI	CISPR 13: 방송 수신기	KN 13	
		EMS	CISPR 20: 방송 수신기	KN 20	
	가전 기기	EMI	CISPR 14-1/19: 가전/전자레인지	KN 14-1/ KN 19	
		EMS	국제 규격 없음		
	조명 기기	EMI	CISPR 15: 조명 기기	KN 15	
		EMS	국제 규격 없음		
	정보 기기(ITE)	EMI	CISPR 22: 정보 기기	KN 22	개정(2006.1.2)
		EMS	CISPR 24: 정보 기기	KN 24	개정(2006.1.2)
	자동차(EMI/EMS)		IEC 규격: 자동차	KN 41	
	고속 철도	EMI	IEC 규격: 고속 철도	KN 50	
		EMS	IEC 규격: 고속 철도	KN 51	
	전력선 통신	EMI	CISPR에서 제정 중	KN 60	
		EMS	CISPR 24	KN 24	
	고압 설비(EMI/EMS)		CISPR 18: 고압 설비	국제적으로 적용 안됨	
무선 기기(EMI/EMS) (휴대폰, 무선랜)		ETSI EN301-489-1&7, 17: 무선 기기(휴대폰, 무선랜)	없음	규정 제정 작업 중	

E. KN 16 의 규격 변경

규격 번호		현 규격	
규격 번호	규격명	규격명	규격명
KN 16-1	측정 기기 장애 방지 시험 방법	KN 16-1-1	전자파 장애 측정 기구
		KN 16-1-2	전도성 장애 측정 보조 장비
		KN 16-1-3	장애 전력 측정용 보조 장비
		KN 16-1-4	방사성 장애 측정 보조 장비
		KN 16-1-5	안테나 교정 시험장
KN 16-2	일반적인 장애 방지 시험 방법	KN 16-2-1	전도성 장애 측정
		KN 16-2-2	장애 전력 측정
		KN 16-2-3	방사성 장애 측정
		KN 16-2-4	내성 측정

F. CISPR 16 의 규격

문서 번호		표준 문서명
CISPR 16-1 Radio disturbance and immunity measuring apparatus	CISPR 16-1-1	Measuring apparatus
	CISPR 16-1-2	Ancillary equipment - Conducted disturbances
	CISPR 16-1-3	Ancillary equipment - Disturbance power
	CISPR 16-1-4	Ancillary equipment - Radiated disturbances
	CISPR 16-1-5	Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz
CISPR 16-2 Methods of measurement of disturbances and immunity	CISPR 16-2-1	Conducted disturbance measurements
	CISPR 16-2-2	Measurement of disturbance power
	CISPR 16-2-3	Radiated disturbance measurements
	CISPR 16-2-4	Immunity measurements
CISPR 16-3 Reports and recommendations of CISPR	CISPR 16-3	CISPR technical reports
	CISPR 16-4-1	Uncertainties in standardized EMC tests
	CISPR 16-4-3	Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products
	CISPR 16-4-4	Statistics of complaints and a model for the calculation of limits for the protection of radio services
CISPR 16-4 Uncertainties, statistics and limit modeling	CISPR 16-4-2	Uncertainty in EMC measurements
CISPR17		Methods of measurement of the suppression characteristics of passive radio interference filters and suppression components

F. 국내 인증 대상 분류(MIC 와 EK 인증 대상 분류)

기기 분류		정보 통신 기기(MIC) www.rri.go.kr	산업 자원부(EK) www.ats.go.kr www.keeti.re.kr www.ktl.re.kr www.esak.re.kr
컴퓨터류	개인용 컴퓨터, 노트북 컴퓨터 사무 용품 컴퓨터, 포스 시스템 네트워크 컴퓨터 등	전자파 적합 등록 (EMC)	-
출력장치	모니터, 프린터(잉크젯/LBP) 카드 리더기 등		
입력장치	스캐너, 디지털 카메라, 키보드 마우스, 전자 칠판		
저장 장치 (외장형)	외장형 HDD, 외장형 FDD, 외장형 CD-ROM Drive DVD Drive, MP3 Player 등		
컨트롤러	스위치, 허브, 컨버터, 영상 처리 시스템 등		
컴퓨터 구성품류	마더 보드, VGA 카드, 사운드 카드, LAN 카드, 전원 보드, HDD, FDD CD-ROM Drive, DVD Drive, CD-RW Drive 등		
유선 통신 기기	팩시밀리(복합기 포함), 모뎀, 교환기, 키폰 시스템, 케이블 모뎀, PC 장착 통신 단말 기기 등	형식 승인 (EMC+전기 안전+유선)	-
무선 통신 기기	무선교환기, IMT-2000 시스템 CORDLESS PHONE (900MHz)	형식 등록 (EMC)	-
기 타	현금 등록기 (ECR)	승인 불필요	EMC+전기 안전
	PDP 모니터(방송 수신기+모니터)	EMC	AV EMS+전기 안전 (AV EMS:'04.1 월~)
전기 용품	전선, 전원 코드, 전기 기기용 스위치 교류용 전기 기기, 전기 기류, 전동 공구 오디오, 비디오, 응용 기기, 조명 기기	-	안전 인증 (EMC+안전)

G. 전자파 적합성 강제 적용 안전 기준: LICO 적용 범위

[별표 3] 전자파 적합성 강제 적용 안전 기준					
기준 번호	기 준 명	제정 일자	개정 일자	비 고(참조 규격)	No.
K 00011	산업, 과학, 의료(ISM) 무선 주파 기기 - 전자파 방해 특성 - 한계치와 측정 방법	02.02.19	03.09.01	KS C CISPR 11 (2002)	1
K 00013	음성, 텔레비전 방송 수신기 및 관련 기기류의 무선 방해 특성에 대한 시험 방법과 한계치	02.02.19	03.09.01	KS C CISPR 13 (1996)	2
K 00014-1	전기 자기 적합성 - 가정용 전기 기기, 전동 공구 및 유사 기기류의 요구조건 - 제 1 부: 전자파 장애	01.10.10	03.09.01	KS C CISPR 14-1 (2000)	3
K 00014-2	전자파 적합성 - 가정용 전기 기기, 전동 공구 및 이와 유사한 기기류에 대한 요구 사항 - 제 2 부: 전자파 내성 - 제품군 규격	02.02.19	03.09.01	KS C CISPR 14-2 (1997)	4
K 00015	조명 기기 및 이와 유사한 기기의 무선 방해 특성에 대한 한계치와 측정 방법	02.02.19	03.09.01	KS C CISPR 15 (2002)	5
K 00016-1	무선 방해와 내성 측정 장비 및 방법에 대한 규정 - 제 1 부: 무선 방해 및 내성 측정 장비	02.02.19	03.09.01	KS C CISPR 16-1 (2002)	6
K 00016-2	무선 방해와 내성 측정 장비 및 방법에 대한 규정 - 제 2 부: 방해 및 내성의 측정 방법	02.02.19	03.09.01	KS C CISPR 16-2 (2002)	7
K 00020	라디오, 텔레비전 수신기 등 방송 수신기의 전기 자기 내성 측정 방법 및 기준	02.02.19	03.12.31	KSCCISPR 20 (2003)	8
K 00022	정보 기술 장치(ITE)의 무선 방해 특성에 대한 한계치와 시험 방법	01.10.10	03.09.01	KS C CISPR 22 (2001)	9
K 00024	전자파 적합성(EMC), 정보 기기 - 내성특성 - 한계치 및 측정 방법	02.02.19	03.09.01	KS C CISPR 24 (1997)	10
K 61000-4-2	전자파 적합성(EMC) - 제 4 부: 시험 및 측정 기술, 제 2 절 - 정전기 방전 내성 시험	02.02.19	03.11.15	KS C 0263(2002)	11
K 61000-4-3	전자파 적합성(EMC) - 제 4 부: 시험 및 측정 기술, 제 3 절 - 전자파 방사 내성 시험	02.02.19	03.11.15	KS C IEC61000-4-3(2003)	12
K 61000-4-4	전자파 적합성(EMC) - 제 4 부: 시험과 측정 기술, 제 4 절 - 전기적 빠른 과도 현상 내성 시험 - EMC 기본 규격	02.02.19	03.11.15	KS C IEC 61000-4-4 (2003)	13
K 61000-4-5	전자파 적합성(EMC) - 제 4 부: 시험과 측정 기술, 제 5 절 - 서어지 내성 시험	02.02.19	03.11.15	KS C IEC 61000-4-5 (2003)	14
K 61000-4-6	전자파 적합성(EMC) - 제 4 부: 시험과 측정 기술, 제 6 절 - 전자파 전도 내성 시험 - EMC 기본 규격	02.02.19	03.11.15	KS C IEC 61000-4-6 (2003)	15
K 61000-4-8	전자파 적합성(EMC) - 제 4 부: 시험과 측정 기술, 제 8 절 - 전원 주파수 자계 내성 시험, EMC 기본 규격	02.02.19	03.11.15	KS C IEC 61000-4-8 (2003)	16
K 61000-4-9	전자파 적합성(EMC) - 제 4 부: 시험과 측정 기술, 제 9 절 - 펄스 자계 내성 시험, EMC 기본 규격	02.02.19	03.11.15	KS C IEC 61000-4-9 (2003)	17
K 61000-4-11	전자파 적합성(EMC) - 제 4 부: 시험과 측정 기술, 제 11 절 - 전압 강하, 순시 정전 및 전압 변동 내성 시험, EMC 기본 규격	02.02.19	03.11.15	KS C IEC 61000-4-11 (2003)	18
K 61000-6-1	전자파 적합성(EMC) - 제 6 부: 일반 기준, 제 1 절 - 주거용, 상업용 및 경공업 산업 환경에 대한 내성	02.02.19	03.05.24	KS C IEC 61000-6-1 (2002)	19
K 61000-6-2	전자파 적합성(EMC) - 제 6 부: 일반 기준, 제 2 절 - 산업용 환경에 대한 내성	02.02.19	03.05.24	KS C IEC 61000-6-2 (2002)	20
K 61000-6-3	전자파 적합성(EMC) - 제 6 부: 일반 기준, 제 3 절 - 주거용, 상업용 및 경공업 산업 환경에 대한 방해 기준	02.02.19	03.05.24	KS C IEC 61000-6-3 (2002)	21
K 61000-6-4	전자파 적합성(EMC) - 제 6 부: 일반 기준, 제 4 절 - 산업용 환경에 대한 방해 기준	02.02.19	03.05.24	KS C IEC 61000-6-4 (2002)	22

김성래: LICO 적용(08/4/30 까지)

김성래: 향후 적용 여부 추가 검토(Zigbee 외)

H. 주택, 상업 및 경공업 환경에서의 Immunity 공통 규격

IEC 61000-6-1: 주택, 상업 및 경공업 환경에서의 Immunity 공통 규격				
단자	시험 항목	시험 조건	적용 기본 규격	판정 기준
인클로저 단자	전원 주파수 자계	3 A/m, 50/60 Hz	IEC 61000-4-8	A
	방사 RF 전자계 (진폭 변조)	3 V/m, 80-1000 MHz 80 % AM(1 kHz)	IEC 61000-4-3	A
	방사 RF 전자계 (Keyed Carrier)	3 V/m, 900 ± 5 MHz 50 % Duty, Rep. 200 Hz	ENV 50204	A
	정전기 방전	±4 KV(충전 전압) 접촉 방전 ±8 KV(충전 전압) 기중 방전	IEC 61000-4-2	B B
신호 & 제어 단자	RF 전도 방해 (Common Mode)	3 V, 0.15-80 MHz 80 % AM(1 kHz)	IEC 61000-4-6	A
	퍼스트 트랜젠트 (점점 노이즈)	±0.5 KV(충전 전압) Tr/Th 5/50 ns, Rep. Freq. 5 kHz	IEC 61000-4-4	B
직류 전력 단자	RF 전도 방해 (Common Mode)	3 V, 0.15-80 MHz, 80 % AM(1 kHz)	IEC 61000-4-6	A
	서지(번개 등)	Tr/Th 1.2/50(8/20) μs, ±0.5 KV(선-그라운드, 충전 전압) ±0.5 KV(선-선, 충전 전압)	IEC 61000-4-5	B
	퍼스트 트랜젠트 (점점 노이즈)	±1 KV(충전 전압), Tr/Th 5/50 ns, Rep. Freq. 5 kHz	IEC 61000-4-4	B
교류 전력 단자	RF 전도 방해 (Common Mode)	3 V, 0.15-80 MHz, 80 % AM(1 kHz)	IEC 61000-4-6	A
	전압 강하	30 % Reduction, 0.5 period 60 % Reduction, 5 periods	IEC 61000-4-11	B C
	단시간 정전	> 95 % Reduction, 250 periods	IEC 61000-4-11	C
	서지(번개 등)	Tr/Th 1.2/50(8/20) μs, ±2 KV(선-그라운드, 충전 전압) ±1 KV(선-선, 충전 전압)	IEC 61000-4-5	B
	퍼스트 트랜젠트 (점점 노이즈)	±1 KV(충전 전압), Tr/Th 5/50 ns, Rep. Freq. 5 kHz	IEC 61000-4-4	B
기능 접지 단자	RF 전도 방해 (Common Mode)	3 V, 0.15-80 MHz, 80 % AM(1 kHz)	IEC 61000-4-6	A
	퍼스트 트랜젠트 (점점 노이즈)	±0.5 KV(충전 전압), Tr/Th 5/50 ns, Rep. Freq. 5 kHz	IEC 61000-4-4	B

[주]판정 기준

- A: 연속적인 방해 현상에 적용(장치는 시험중에도 의도한 동작을 지속한다)
- B: 과도적인 방해 현상에 적용(장치는 시험중에 오동작 등이 있어도 되나, 시험 후에는 의도한 동작을 지속한다)
- C: 전원의 저하 현상에 적용(기능의 손실은 허용된다. 단, 자기 복귀하거나 사용자 조작으로 복귀한다)

인클로저 단자

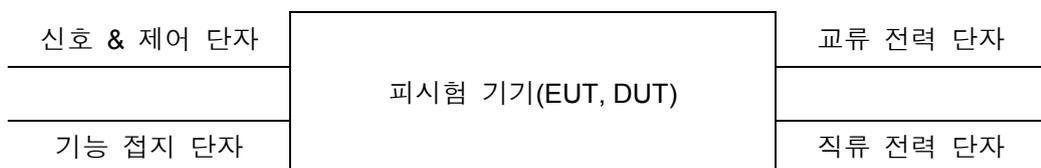


그림 1. IMMUNITY 시험용 단자의 예

I. 산업 환경에서의 일반 Immunity 공통 규격: LICO 적용 범위

IEC 61000-6-2: 산업 환경에서의 일반 Immunity 공통 규격				선택
				필수
단자	시험 항목	시험 조건	적용 기본 규격	판정 기준
인클로져 단자	전원 주파수 자기장	30 A/m, 50/60 Hz	IEC 61000-4-8	A
	방사 RF 전자계 (진폭 변조)	10 V/m, 80-1000 MHz 80 % AM(1 kHz)	IEC 61000-4-3	A
	정전기 방전	±4 KV(충전 전압) 접촉 방전 ±8 KV(충전 전압) 기중 방전	IEC 61000-4-2	B B
신호 단자	RF 전도 방해 (Common Mode)	10 V, 0.15-80 MHz 80 % AM(1 kHz)	IEC 61000-4-6	A
	퍼스트 트랜젠트 (점점 노이즈)	±1 KV(충전 전압), Tr/Th 5/50 ns, Rep. Freq. 5 kHz	IEC 61000-4-4	B
	서지(번개 등)	Tr/Th 1.2/50(8/20) μs, ±1 KV(선-그라운드, 개방 전압)	IEC 61000-4-5	B
직류 전력 단자	RF 전도 방해 (Common Mode)	10 V, 0.15-80 MHz, 80 % AM(1 kHz)	IEC 61000-4-6	A
	퍼스트 트랜젠트 (점점 노이즈)	±2 KV(충전 전압), Tr/Th 5/50 ns, Rep. Freq. 5 kHz	IEC 61000-4-4	B
	서지(번개 등)	Tr/Th 1.2/50(8/20) μs, ±0.5 KV(선-그라운드, 개방 전압) ±0.5 KV(선-선, 개방 전압)	IEC 61000-4-5	B
교류 전력 단자	RF 전도 방해 (Common Mode)	10 V, 0.15-80 MHz, 80 % AM(1 kHz)	IEC 61000-4-6	A
	퍼스트 트랜젠트 (점점 노이즈)	±2 KV(충전 전압), Tr/Th 5/50 ns, Rep. Freq. 5 kHz	IEC 61000-4-4	B
	서지(번개 등)	Tr/Th 1.2/50(8/20) μs, ±2 KV(선-그라운드, 개방 전압) ±1 KV(선-선, 개방 전압)	IEC 61000-4-5	B
	전압 강하	30 % Reduction, 0.5 period 60 % Reduction, 5/50 periods	IEC 61000-4-11	B C
	단시간 정전	> 95 % Reduction, 250 periods	IEC 61000-4-11	C
기능 접지 단자	RF 전도 방해 (Common Mode)	10 V, 0.15-80 MHz, 80 % AM(1 kHz)	IEC 61000-4-6	A
	퍼스트 트랜젠트 (점점 노이즈)	±1 KV(충전 전압), Tr/Th 5/50 ns, Rep. Freq. 5 kHz	IEC 61000-4-4	B

[주]판정 기준

- A: 연속적인 방해 현상에 적용(장치는 시험중에도 의도한 동작을 지속한다)
- B: 과도적인 방해 현상에 적용(장치는 시험중에 오동작 등이 있어도 되나, 시험 후 의도한 동작을 지속함)
- C: 전원의 저하 현상에 적용(기능의 손실은 허용된다. 단, 자기 복귀하거나 사용자 조작으로 복귀한다)

인클로져 단자

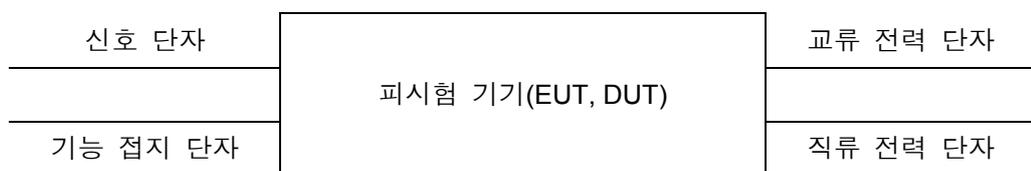


그림 2. IMMUNITY 시험용 단자의 예

### 1.3. 전도 및 방사 측정 방법

#### 가. 측정의 기본

측정 Measurement	평가 Evaluation	대책 Control
제 1 단계	제 2 단계	제 3 단계

#### A. 목적에 따른 측정 구분

- 연구를 위한 측정, 규격 인증을 받기 위한 측정, EMC 대책을 위한 측정

#### B. EMC 특성에 따른 측정법 구분

- 장애 전자파의 측정, 전자파 내성 측정

#### C. 전달 경로에 따른 측정법 구분

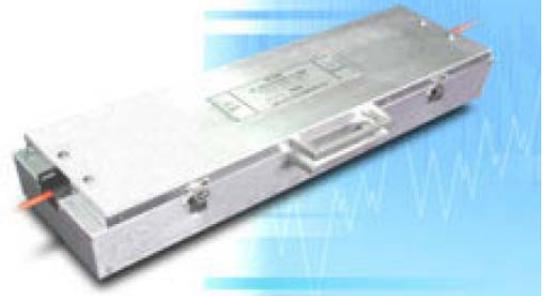
- 전도성 장애 전자파의 측정, 복사성 장애 전자파의 측정

#### 나. 측정 방법

#### A. 전도 노이즈 측정



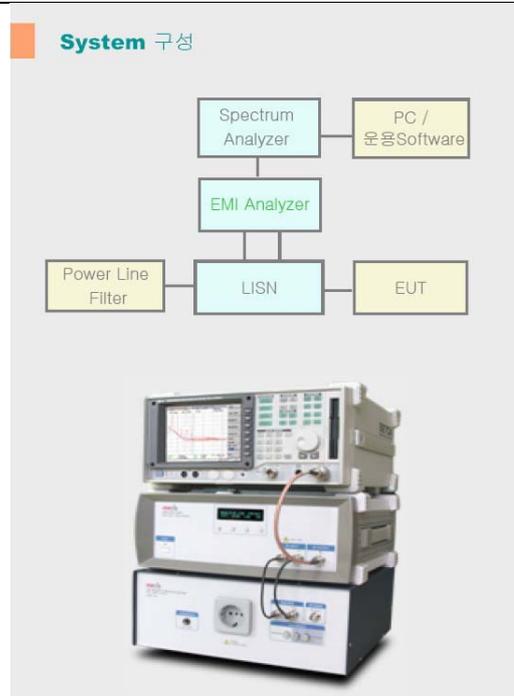
Shield Room(차폐실)



Absorbing Clamp(흡수 클램프)



LISN(Line Impedance Stabilization Network, 전원 안정화 회로망)



전도성 Noise 시험 Jig 구성법



Spectrum Analyzer

B. 전도성 EMI 측정: 전압

- 30 MHz 이하의 대역에서는 파장의 길이가 기기나 케이블보다 큼

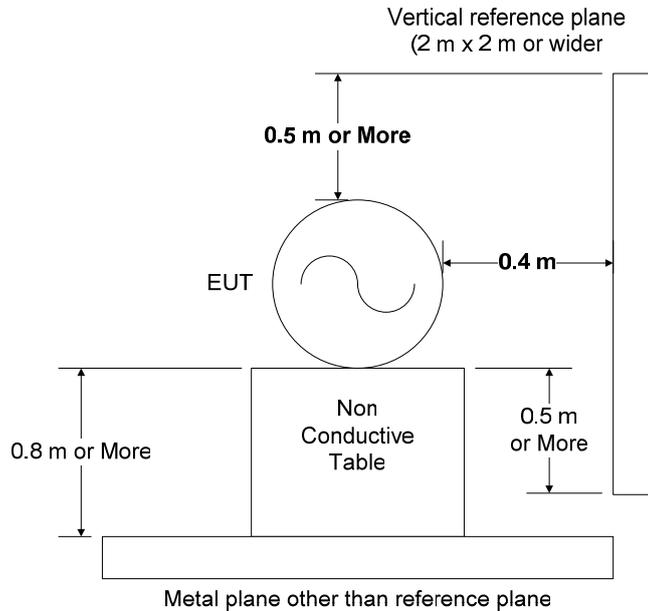
$$\begin{matrix} \rightarrow I1 \\ \rightarrow I2 \end{matrix} = \begin{matrix} \leftarrow Id \\ \rightarrow Id \end{matrix} + \begin{matrix} \rightarrow Ic \\ \rightarrow Ic \end{matrix}$$

선로의 전류

차동 모드 전류

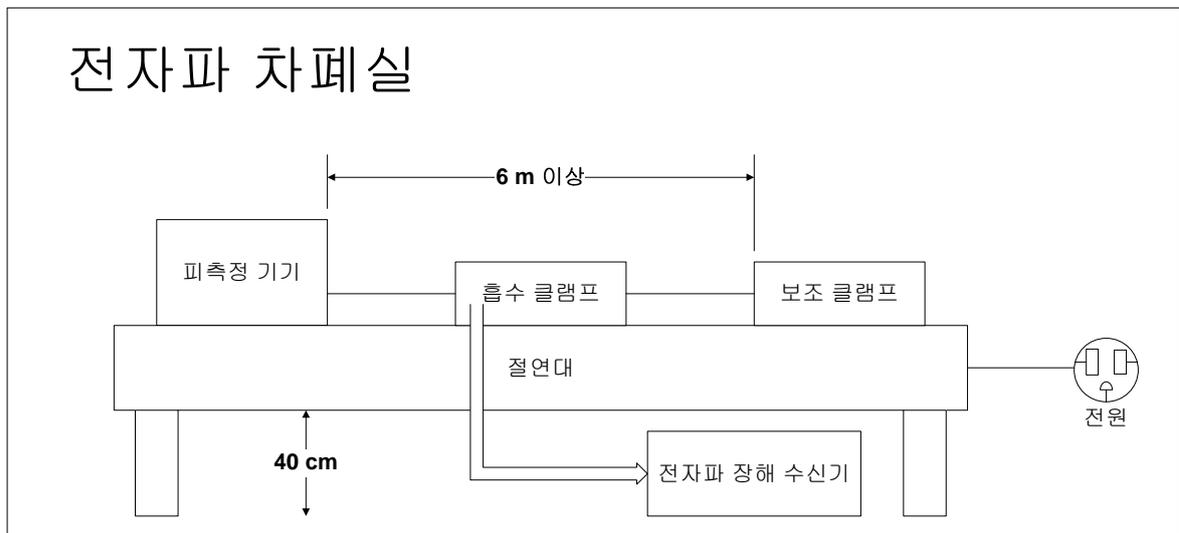
공통 모드 전류

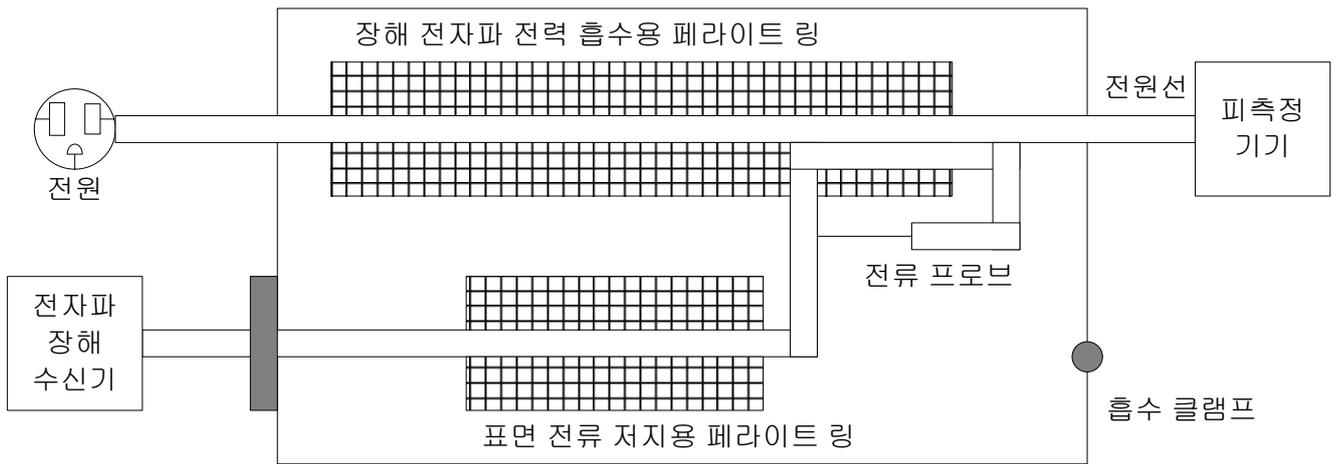
전류 성분의 분해 → 공통 모드 성분이 방사를 일으킴 → 전자파 장애의 원인



C. 전도성 EMI 측정: 전력

- VHF(30 MHz ~ 300 MHz) 대역에서는 기기의 전원선, 신호선 등의 선로가 안테나 역할을 하여 장애 전자파가 공간으로 방사됨



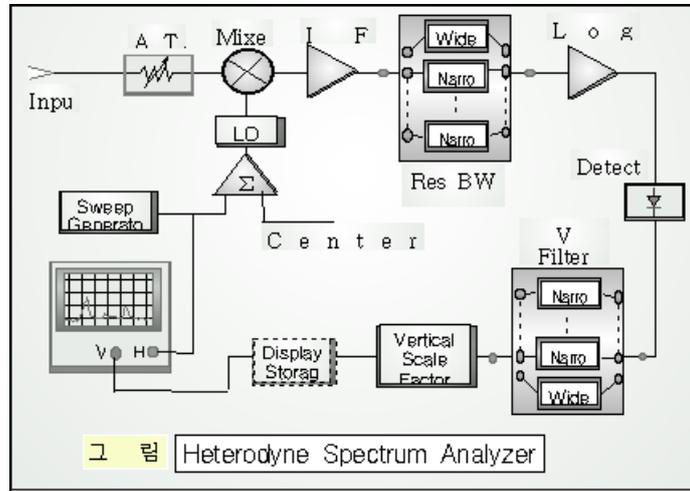


- 전류 프로브: 신호선 등의 케이블을 통해 흐르는 전도성 장애 전자파의 전류 측정
- 흡수 클램프: 주파수 대역이 높은 VHF 대역에서 케이블을 통해 전달되는 장애 전류로 인해 케이블로부터 공간으로 방사되는 장애 전자파의 측정

## 1.4. 측정 장비의 종류 및 이해

### 가. Spectrum Analyzer

#### A. Spectrum Analyzer의 개요



- 고주파 신호 Level을 주파수 영역으로 측정하는 수신기
- ▶ 광범위한 수신 신호를 각 주파수 성분으로 분해하여 화면상에 표시 및 기록
- ▶ 증폭기 내장으로 신호 Level의 지시 범위가 넓다
- ▶ 수신기 이득이 전 주파수에 걸쳐 일정
- ▶ Digital Memory 기능으로 측정 Data의 기억 및 출력 가능
- ▶ Max Hold/Peak 기능으로 Sweep한 Data의 최대치만 기억 가능

#### B. 단위 환산법(dB)

<b>적용</b> 1. 크기의 측정 단위로 사용 2. 상용 대수를 이용(넓은 범위 표시) 3. 규격이나 기준치가 dB로 표시 4. 계산이 쉬움(곱셈, 나눗셈 → 덧셈, 뺄셈)	<b>계산 예</b> 1. 1 Volt를 dB $\mu$ V 및 dBm으로 표시하라. $20\log(1/10^{-6}) = 20\log 10^6 = 120$ [dB $\mu$ V] $20\log(1/10^{-3}) = 20\log 10^3 = 60$ [dBm] 2. 108 dB $\mu$ V는 몇 Volt인가. $20\log_{10}(A/10^{-6}) = 108$ $\log_{10}(A \cdot 10^6) = 5.4$ $A \cdot 10^6 = 10^{5.4} = 0.2512 \cdot 10^6$ $\therefore A = 0.2512$ [V]
<b>기본 공식</b> 1. dBV = 1 Vrms = 20 log (1 V/1 V) 2. dBm = 1 mW = 10 log (1 mW/1 mW) 3. dB $\mu$ V = 1 $\mu$ Vrms = 20 log (1 $\mu$ V/1 $\mu$ V)	

#### C. Spectrum Analyzer의 EMI 측정 용도별 선택법

측정 목적	EMI 측정 용도별 선택
제품 개발 단계	1. 상대치 측정 2. Spectrum Analyzer 단독 사용 가능 3. 첨두치 측정 가능 4. 측정 주파수 범위 내 5. 측정 감도(RBW, VBW, Sweep Time)는 규격치에 만족
완성 제품 규격 만족 여부 평가	1. 상대치 + 절대치 측정 2. Spectrum Analyzer + Preselector(Optional) 3. 첨두치, 준첨두치, 평균치 측정 가능 4. 측정 주파수 범위 내
제품 증명을 위한 해당국 규격 측정	1. 절대치 측정 2. 측정기 및 측정 설비가 규격 기준에 만족(CISPR 16)

## 나. LISN(Line Impedance Stabilization Network, 전원 안정화 회로망)

### A. LISN의 개요

#### - 용도

- 시험 대상 장비(EUT/DUT, Equipment/Device Under Test)의 전원선으로 전도되는 Noise 전압 측정
- 전도 노이즈 측정용 Transducer로써 의사 전원 회로망(Artificial Mains Network)이라고도 함

#### - 기능

- 측정 장비와의 Impedance Matching
- 시험 대상 장비의 단자에 정해진 임피던스 제공(50 Ω)
- 주전원선으로부터의 Noise 방지(LPF역할)
- 측정 결과의 재현성 확보

- 구성: 전원 단자(입력), 장치 단자(출력), 방해 출력 단자(측정 장비)

### B. 회로도 및 특성 임피던스

#### 다. Preselector의 개요 및 필요성

- RF Filter Section + Overload Detector + Preselection Filter + Transient Limiter로 구성됨
- 조정할 수 있는 Filter로 구성(Auto Mode, Manual Mode)
- 임펄스성의 잡음을 측정하는 경우 광대역 잡음에 의한 초단 Mixer의 포화 방지
- 수신기가 측정하고 있는 주파수 스펙트럼의 위치만을 허용

#### 라. Quasi-Peak Detector의 개요 및 필요성

- 동일 주파수에서 Peak 가변에 대한 안정된 신호를 구현
- 신호의 크기는 충전과 방전, 미터의 동작 시간 상수로 결정

## 2. EMI 감소 기법

### 2.1. EMC Design Process

#### A. EMC 통제 및 설계

EMC 통제 및 설계				
발생원 억제			차단 기법 적용	필터 기법 적용
설계 방안 연구	부품 선정	PCB 설계		
		부품 배열	PCB 구성	

#### B. 시스템 내 간섭 통제 기법

- 전원선과 배선 **Harness** 주위에 발생한 펄스성 잡음이 신호에 민감한 인접 케이블에 전기 자기적으로 유기됨으로 인해 시스템 내 장비 및 **Subsystem** 사이에서 발생하는 전자파 간섭을 통제함

시스템 내 통제 기법				
회로와 구성품	Wiring & Cabling	Grounding & Bonding	Filtering	Shielding
1. 전원 회로 2. 릴레이 류 3. 회전 장치 4. 전자 회로 5. 센서류	1. Routing 2. 회로 분리 3. 종단 처리 4. 1:1 Mockup	1. 구조물 접지 2. 회로 & Cable - 일점/다점 접지 3. Bonding - 표면 상태/부식	1. 주전원계 2. 신호계 - 저역 필터 - 고역 필터 - 대역 필터 - 대역 저지 필터	1. Housing - Chassis & Cabinets - 격실/재료/두께 2. Packaging - Gaskets - Seal - Jacket

#### C. 시스템 간 통제 기법

- 한 시스템에서 발생하는 불필요한 전자파로 인해 타 시스템의 오동작을 유발시키거나 성능 저하를 일으키는 전자파 간섭을 말한다. 분리된 둘 혹은 더 많은 시스템 간의 간섭은 각 시스템의 운용자가 다름에 따라서 EMI 자체에 대한 문제와 구별되지만 거의 95% 이상 안테나의 입출력 경로에 의해 발생한다.

시스템 간 통제 기법				
주파수 운용		시간 운용	장소 운용	방향 운용
송신기	수신기	1. 무선 침묵 2. 시간 분배 3. 방송 지정 4. 시간/범위 지정	1. 떨어진 거리 2. 위치 3. 자연적 차폐	1. 방위 지정 2. 고도 사용 3. 공간 필터
1. 변제 대역폭 2. 펄스 상승/하강 3. 고조파 필터 4. 할당, 적정 배치	1. 자동 변조 2. 필터			

#### D. 대표적인 EMC 대책 Process

Concept Design	Schematic Design	PCB Design	E/S & Test	EMC Trouble Shooting	
				Trial & Error	M.P.
				상당히 유동적임	

- 🚧 1 단계: 내부 측정 부서나 외부 측정 업체를 예약
- 🚧 2 단계: 일차 측정 및 대책 시도 후 필요 부품 수배(주로 경험적 접근)
- 🚧 3 단계: 이차 측정 및 대책 시도(주로 경험적 접근)
- 🚧 4 단계: 삼차 측정 및 대책 시도(주로 경험적 접근)

총 대책 기간은 1 주일에서 3 달 정도 소요됨: 시간 단축(Cost Down), 분석적인 접근 필요함(전문가 활용 및 대책 장비 확보)

## 2.2. EMI Control Process

제품 공정	대응 방안	세부 대응 방안
Noise Source 파악	연구/규격 인증/EMC 대책을 위한 측정 방안 중 적용 범위 확정	1. EMC 의 잡음원, 매개체, 피해원에 대한 개념 학습 2. 본사에 적합한 EMC Design Process 설정, 시행 3. EMC 측정 환경 구성 방안 검토, 시행
	측정 장비의 종류 및 이해 Spectrum analyzer, Preselector, Quasi-Peak Detector, LISN(Line Impedance Stabilization Network)	1. 각 장비의 사용 목적 이해 2. 사용 일정, 예상 구매 및 Rental 비용을 합리적으로 선택하여 실험 Jig 구성
	전자파 내성 측정(Controller)	1. 시스템상의 EMC 발생원을 파악하여 내성 강화 기법을 적용 검증함
	장해 전자파 측정(SMPS, PUMP)	1. 시스템상의 EMC 발생원을 파악하여 방사 방지, 전달 방지 기법을 적용 검증함
전도성 잡음 해결	배선, 조정, 격리 등의 기법을 이용한 전도성 Noise 최소화	1. 전달 경로 및 억제 방안 학습 2. EMI 억제 프로세스 검토, 정립, 시행 3. 구성된 시스템 상에서 PCB 상의 전도성 Noise 를 억제하고 특성을 검증함 4. 구성된 시스템 상의 신호선을 통한 전도성 Noise 를 억제하고 특성을 검증함
		1. Common Mode Interference, Differential Mode Interference 개념 학습
		1. Common Mode Interference 억제 방안을 컨트롤러 및 시스템 상에 적용함
		1. Differential Mode Interference 억제 방안을 컨트롤러 및 시스템 상에 적용함
Ground Noise 감소	Image Plane 을 이용한 Ground Noise 저감 기법 적용, 검증	1. PCB 상의 최적 EMC Reduction 기법 학습 -> 아성 AT, 파워닉스와 정보 교환 2. 아성 AT 로부터 PCB 에 대한 EMC Reduction 적용 방안 수령, 검토, 확정, 검증 3. 파워닉스로부터 SMPS 에 대한 EMC Reduction 적용 방안 수령, 검토, 확정, 검증
Shield 접촉 저항 감소	신호선을 통한 전도 및 방사 Noise 억제 기법 적용, 검증	1. Shield 접촉 저항 개념, 유해성 및 측정 원리 학습 2. 칠러의 Body, Case, 접지바 등에 대한 접촉 저항 측정법 정리 시행, 특성 검증

## 2.3. EMI Reduction Process

제품 공정	대응 방안	세부 대응 방안
설계 기획 단계	CE/RE, CS/RS	1. 각국 및 제품의 규격 확인/규격 기관의 동향 파악/제품의 사용 환경 조건 조사
	기본 기술	1. EMI 억제 대책 기술 학습, 정리, 시행(Design 및 Noise Rule 설정) - 부품 선정(Selecting), 배치(Layout), 배선(Cabling/Wiring), 조정(Impedance Matching), 격리(Isolation), 접지(Grounding), 필터(Filtering), 차폐(Shielding)
설계 단계	대책 기술 (EMI/EMS)	1. Ground 기법 2. Cabling 3. Wiring Layout 4. Shielding 기법 5. Filtering 기법 6. 서지 업서버(배리스터, ZNR 등) 적용 7. PCB Patten 및 회로 Layout 대책
제작 단계	Know-How	1. 납땜, 이음매 처리 2. 기판의 오염 등 EMC 저하 요인 제거
평가	EMI/EMS	1. 전자파 무반사실, 야외 시험장, 차폐실, 측정 장비를 이용한 성능 검증