

# 전파환경 보호를 위한 전자기 적합성 대책기술 개발

2004. 12. 15.

전 파 연 구 소  
(한양대학교)

# 제 출 문

본 보고서를 「전파환경 보호를 위한 전자기 적합성 대책기술 개발에 관한 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2004. 12. 15.

연구책임자 : 최 재 훈 (한양대학교)

연 구 원 : 정 지 학 (한양대학교)

전 승 길 (한양대학교)

고 경 배 (한양대학교)

조 성 우 (한양대학교)

# 요 약 문

1. 과 제 명 : 전파환경 보호를 위한 전자기 적합성 대책기술 개발
2. 연 구 기 간 : 2004. 2 ~ 2004. 12
3. 연구책임자 : 최 재 훈 교수
4. 계획 대 진도
  - 가. 월별 추진내용

세부내용	월별 추진계획												비 고
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1. IEC61000-5 시리즈(총 7건)에 의한 기술서 발간을 위한 기초 자료 제공	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												
2. 정보기기 내성 기술기준 개정 및 현행화	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												
o CISPR24 체계 도입 - 내성 기초	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												
자료 제공	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												
o 최근 국제규격 개정부분 포함(CISPR24)	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												
분기별 수행진도(%)	20			30			20			30			100

- 나. 세부 과제별 추진사항

- IEC61000-5 시리즈(총 7건)에 의한 기술서 발간을 위한 기초자료 제공
  - => 총 7건에 대한 자료 검토 및 번역작업 완료
  - => 일반고려사항 등 외 5건
  - => HEMP 설계 대책 기술
  - => 접지 시스템 및 차폐 시스템 설계 대책 기술
- 위원회 검증을 통한 자료 기술서 발간
- 정보기기 내성 기술기준 개정 및 현행화
  - => CISPR24에 대한 하모나이즈 규격 분석 완료

## 5. 연구 결과

- IEC 61000-5 시리즈에 대한 세부 내용 검토 및 분석
- 위원회를 통한 검증
- IEC 61000-5 시리즈 기술서 발간
  - => HEMP 및 접지 등 외 7건
- 정보기기 내성 기술기준 개정 및 국내 내성 기술기준 현행화를 위한 기초작업
  - => CISPR 24 체계 도입을 위한 내성 기초자료 연구
  - => 최근 개정부분을 포함 하여 작업 착수
  - => 기술기준 개정 및 현행화를 위한 기초자료 제공

## 6. 기대효과

- 산업체 및 업무 담당자에게 EMC 적합 설계에 대한 가이드 기술서 제공
- 단품이 아닌 시스템적인 EMC 접근방법 제시
- 국제적인 하모나이즈에 대한 규격 정립

7. 기자재 사용 내역

해당사항 없음

8. 기타사항

해당사항 없음

# Development of EMC Countermeasure and Design Technical for Radio Wave Environment Protection

Choi Jae Hoon<sup>1)</sup>

## ABSTRACT

In this study, we development EMC countermeasure and design technical of Radio wave environment protection. Countermeasure and design technical of EMC development using IEC61000 series, and international standard researched for CISPR24.

## I . INTRODUCTION

We perform IEC61000-5 series translation and analysis and researched about a CISPR24 technical standard and the regulations in force.

## II . propulsion Contents

- IEC 61000-5 series translation and analysis
  - Complete of a detail contents
- CISPR24 technical standard and regulations in force
  - Study on complete to basic data of CISPR24 system and immunity

---

1) 한양대학교

### III. CONCLUSIONS

- Study and analysis for IEC 61000-5 series(7 EA)
- Verification by Domestic a Committee
- IEC 61000-5 series technical report publication
- Study on complete of information technical equipment standard revision and the regulations in force

※연구자 약력

최 재 훈 : HONG, Gil-dong

소속기관, 부서 : 한양대학교, 전기전자컴퓨터공학부

주연구분야 : 안테나 설계, 마이크로파 능수동 소자 설계, EMC

# 목 차

표 목 차 .....	6
그림목차 .....	7
제 1 장 서 론 .....	9
제 1 절 연구목적 및 필요성 .....	9
제 2 절 연구목표 .....	10
제 3 절 연구내용 및 범위 .....	10
제 4 절 연구추진 전략 및 방법 .....	12
제 5 절 세부추진계획 .....	13
제 2 장 전자파 적합성 설치 및 완화 지침 .....	14
제 1 절 일반적인 고려사항 .....	14
제 2 절 시스템 보호 .....	32
제 3 절 접지 및 케이블링 .....	35
제 4 절 케이블과 와이어 .....	51
제 5 절 HEMP 보호개념 .....	53
제 3 장 결 론 .....	61
부록 A(IEC61000-5-4) .....	62
부록 B(IEC61000-5-6) .....	106
부록 C(CISPR24) .....	184



# 표 목 차

표 1 전자파 교란을 유발하는 주요 현상 .....	24
------------------------------	----

## 그 립 목 차

그림 1. 전자파 영향 표현 .....	20
그림 2. 전자파 환경과 연결되는 장비 포트 .....	27
그림 3. 단일 장벽에 의한 전체 보호 원리 .....	29
그림 4. 복수 장벽에 의한 전체 보호 원리 .....	29
그림 5. 분산 보호의 원리 .....	30
그림 6. 소형 시스템에 대한 보호 및 완화 개념도 .....	33
그림 7. 가혹한 환경에 대한 다단계 보호 개념도 .....	34
그림 8. 특히 고주파에서, 일반 법칙으로써의 “등전위성” 개념의 오류 검증 .....	38
그림 9. 일반적인 접지 전극의 평면도 .....	41
그림 10. “전용”, “독립”, “격리” 접지 전극에 대한 잘못된 생각 .....	42
그림 11. 단일 접지 전극의 개념 .....	43
그림 12. 접지 전극과 접지 회로망에 대해 권고되는 구성 .....	43
그림 13. 신호 케이블과 접지 회로망을 포함하는 루프 .....	45
그림 14. 접지 회로망에 대해 권고되는 접근법의 3차원 도식 .....	46
그림 15. 접지 회로망에 다양한 장치나 시스템을 접합하 는 일반 원리 .....	47
그림 16. 360도 접합을 제공하는 압축 부착물에 의한 차 폐 케이블의 최적 접합의 예 .....	50

그림 17. 장벽 보호를 통과하는 복사 및 전도 방해 침투 의 예 .....	56
그림 18. 서지 사건 동안 기체 피뢰기를 통해 흐르는 전 압과 전류 .....	59

# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구목적 및 필요성

1. 전자기 적합성 대책기술을 개발하여 산학연에서 EMC 분야 적용 기술지침을 제공하기 위함
  - o 전자파 대책기술서 발간을 위한 기초자료 제공으로 인한 산업체 및 관련 연구 종사자들의 파급효과 기대
  - o Expert System을 위한 엔지니어 양성 및 중소기업의 EMC 업무 지원효과 및 파급효과 기대
2. 정보기기 내성 기술기준을 국제적 표준으로 하모나이즈 하기 위함
  - o 현행 : IEC61000-4 시리즈 적용
  - o 개정 : CISPR24 적용 및 최근 개정 규격의 내용을 통한 하모나이즈
  - o 국제적 표준의 기술기준을 산학연 EMC 분야의 기술지침 제공
3. 우리나라의 산업환경에 대한 시스템 보호와 내성규격의 국제화에 편승하기위한 하모나이즈 차원의 개정부분을 조사 및 분석 함으로써 국제 규격의 동향을 살펴 능동적인 대비를 유도하고, 나아가 관련 기술기준 등을 수립하기 위한 기초 자료를 마련하고자 함.

## 제 2 절 연구 목표

### 1. 전자기 적합성 대책 기술서 발간 및 전파를 위한 기초자료 제공

- IEC61000-5 시리즈(총7건)에 의한 기술서 및 지침서 발간을 위한 기초자료 제공
- Expert System을 위한 전문가 양성 프로그램의 기초자료
- 중소기업체의 EMC 대책 지침서 제공

### 2. 정보기기 내성 기술기준 개정 고시를 위한 CISPR24 규격

- CISPR 24의 내성 규격에 대한 하모나이즈 작업을 위한 자료 제공

### 3. 국내 현황 분석, 관련 기술기준 및 시험방법 제정 방안제시

## 제 3 절 연구내용 및 범위

### 1. 전자기 적합성 대책 기술 개발

- IEC61000-5 시리즈(총 7건)에 의한 기술서 발간을 위한 기초자료 제공
  - IEC/TR3 61000-5-1 : Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 1: General considerations - Basic EMC

publication, 96.12월

- IEC/TR3 61000-5-2 : Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 2: Earthing and cabling, 97.11월
- IEC/TR 61000-5-3 : Electromagnetic compatibility (EMC) -Part 5-3: Installation and mitigation guidelines -HEMP protection concepts, 99.07월
- IEC/TR2 61000-5-4 : Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 4: Immunity to HEMP - Specifications for protective devices against HEMP radiated disturbance. Basic EMC Publication, 96.08월
- IEC 61000-5-5 : Electromagnetic compatibility (EMC) - part 5: Installation and mitigation guidelines - Section5: Specification of protective devices for HEMP conducted disturbance. Basic EMC Publication, 96.02월
- IEC /TR 61000-5-6 : Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 5-6: Installation and mitigation guidelines -Mitigation of external EM influences, 02.06월
- IEC 61000-5-7 : Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5-7: Installation and mitigation guidelines - Degrees of protection provided by enclosures against electromagnetic disturbances (EM code), 01.01월

- 외부 전자파 환경에 대한 시스템 보호기술등 상기 7분야 자료 제공

## 2. 정보기기 내성 기술기준 개정 및 현행화

- CISPR24 체계 도입 - 내성 기초자료 제공
- 최근 국제규격 개정부분 포함(CISPR24)

## 제 4 절 연구추진전략 및 방법

### 1. 추진전략

가. 산학연 전문가로 구성된 연구위원회 구성

- 국내 인증기관의 관계자 및 학연의 전문가를 초빙하여 연구위원회 구성
- 국내 현황에 근거한 기술기준 및 시험방법 제정 방안에 대한 기술 문서 기초자료 제공
  - IEC61000-5 시리즈 자료 제공
  - CISPR24 내성규격의 개정부분 포함 자료 제공

### 2. 추진방법

가. 국제 표준화 동향 및 규제 동향 분석

나. 산학연으로 구성된 EMC 표준위원회를 구성하여 운영

- 국제 규격 동향 및 국내 현황 파악

다. EMC 표준위원회 구성 인원

이름	소속	비고
최 재 훈	한양대학교	교수
육 재 림	전파연구소	과장
정 기 범	한양대학교	박사과정
정 삼 영	전파연구소	연구관
김 희 수	KTL(산업기술시험원)	EMC 팀장
정 연 춘	서경대학교	교수
최 중 현	전파연구소	주사
정 상 준	정보통신부	통신사무관

## 제 5 절 세부추진계획

세부내용	월별 추진계획												비 고
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1. IEC61000-5 시리즈(총 7건) 에 의한 기술서 발간을 위한 기 초 자료 제공	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												
2. 정보기기 내성 기술기준 개 정 및 현행화	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												
o CISPR24 체계 도입 - 내성 기 초	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												
자료 제공	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												
o 최근 국제규격 개정부분 포함(CISPR24)	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												
분기별 수행진도(%)	20			30			20			30			100



## 제 2 장 전자파 적합성 설치 및 완화 지침

### 제 1 절 일반적인 고려사항

#### 1. 적용범위

이 기술서의 내용은 산업용, 상업용 및 주거용 설비에서 사용되는 전기 전자제품이나 시스템들 간 전자파 적합성(EMC)을 보장하기 위한 완화 방법의 일반적인 고려사항 및 지침을 다룬다. 이 기술보고서는 전자파 환경을 전반적으로 저하시킬 수 있는 고방출 레벨의 전기 전자 설비, 시스템 및 장비의 설치자, 사용자 및 일부 제조자가 사용하도록 작성되었다. 이 보고서는 주로 신규 설비에 적용되지만, 경제적으로 가능한 경우에는 기존 설비를 확대하고 수정하는 데도 적용될 수 있다.

접지 전극과 접지 회로망을 포함한 접지 시스템의 설계 및 구현, 접지 또는 접지 회로망에 결합하는 장치나 시스템의 설계 및 구현, 적합한 케이블의 선택 및 설치, 그리고 차폐 엔클로저(shield enclosure), 고주파 필터, 절연 변압기, 서지보호 장치 등을 포함하는 설계 및 구현 완화 수단에 관한 권고사항 같은 특정한 주제는 제 5 부의 기타 다른 절(section)에서 다룬다.

이 보고서에 제시된 권고사항은 설비의 안전한 측면 및 설비 내에서의 효율적인 송전이 아닌, 설비의 EMC 관련 문제를 다루는 것들이다. 그러나, 이 두 가지 중요한 목표(설비의 안전한 측면 및 설비 내에서의 효율적인 송전)는 EMC 관련 권고사항에서 고려되고 있다. 이 두 가지 목표는 이 보고서에서 제시한 권고 관행 및 IEC 60364와 같은 안전 요구사항을 적용함으로써 일체의 충돌없이

이미 설치되어 있는 적합성 장치나 시스템의 EMC 강화를 동시에 실현할 수 있다. 각 설비는 고유하기 때문에, 특정 설비에 가장 적합한 권고사항을 선택하는 일은 설계자와 설치자의 책임이다.

## 2. 관련 문서

IEC 50(161): 1990, International Electrotechnical Vocabulary (IEC)  
- Chapter 161: Electromagnetic compatibility

IEC 50(826): 1982, International Electrotechnical Vocabulary (IEC)  
- Chapter 826: Electrical installations of buildings

IEC 1000-1-1: 1992, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 1: General - Section 1: Application and interpretation of fundamental definitions and terms

IEC 1000-2-5: 1995, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 5: Classification of electromagnetic environments - Basic EMC publication

IEC 1000-4: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques

IEC 1024-1: 1990, Protection of structure against lightning - Part 1: General principles

### 3. 설비의 전자파 적합성(EMC)에 대한 일반 고려사항

전기 전자 제품의 EMC 요구사항에 대한 인증(compliance) 조건을 정의할 때, 다음의 다양한 표준을 이용할 수 있다:

- 전용 제품 표준
- 제품군 표준
- 일반 표준
- 기본 표준

이러한 표준들의 정의와 특징은 Advisory Committee on Electromagnetic Compatibility(ACEC)에서 제정하였다. 표준의 가장 중요한 측면은 표준에 대한 적합성을 검증하는데 있어 적합한 시험을 이용할 수 있는가 이다. 그러나, 특정한 설비의 경우, 감응성 설비나 시스템에 대한 EMC와 관련될 때에는 전체 설비를 시험하는 것은 일반적으로 실용적이 않으며 적합하지 않다. 따라서, 최대한 상황에 적응하기 위해서는 설치 지침이 필요하다. 설치 유형은 여러 가지가 있으며, 상이한 접근법을 통해 EMC를 달성하는데 성공하였다. 따라서, 이 보고서에서는 일반적인 접근법을 권고하고 있지만, 해당하는 경우 기타 다른 접근법을 배제하지 않는다. 장비가 적용가능한 방출 및 내성 표준을 충족하는 경우에는 특수한 완화 방법이 필요하지 않을 수도 있다.

설비의 전자파 적합성을 보증하기 위해 채택한 절차는 EMC 전문가가 설계 시에 얼마나 일찍 기여할 수 있는 기회를 제공하느냐에 따라 두 가지 접근법을 취할 수 있다.

a) 대부분의 설치 초기 단계에서, 특정 설치 환경에 대해 (임의의 전자파 교란에 특정한) 적합성 레벨을 각각 지정할 수 있다. 전반적

인 완화 계획의 규격을 통해, 장치 및 그 설치 관행은 사전에 결정된 적합성 레벨에 해당하는 내성 및 방출 레벨로 규정된다.

b) 설계 후반부 단계에서, EMC 특성을 수정할 기회가 없고 상업적으로 이용가능한 장치를 최초 설치하거나 추가 장치를 설치하는 경우에는, 현장의 실질적인 적합성 레벨과 장치의 기능 사이에 부정합이 발생할 수 있다. 부정합이 발생하는 경우에는, 환경과 장치 내성 레벨 간의 간격을 최소로 할 수 있는 완화 방법을 선택해야 한다.

첫 번째 접근법은 하나의 엔지니어링 실체가 특정한 적합성 레벨을 규정하고 실행할 수 있는 권한이 있는 설비에 성공적으로 적용되었다. 일반적인 원리인 이 접근법은 그림 3과 4 같이 포괄적인 보호 토폴로지로 설명된다. 이 성공적인 접근법의 실질적인 예는 예측되는 최대 과전압 레벨이 서지 피뢰기의 사전 선택에 의해 결정된 후, 피뢰기에서 제공한 보호 레벨과 일치하는 절연 레벨을 갖는 장치의 규격을 따르는 전기기기에 의해 인가된 고전압 장치의 절연 협조이다.

두 번째 접근법은 소유자나 설계자가 환경에 대해 사전 결정된 적합성 레벨이나 해당 장치에 대한 내성/방출 레벨을 부여할 효과가 부족한 기존의 설비에 일반적으로 적용된다. 그림 5는 이 접근법과 연관된 일반적인 토폴로지를 보여준다. 이 상황은 저전압 환경에서, 최종사용자의 상업용/공업용 설비에서, 그리고 거주지 환경에서 발생한다.

두 번째 접근법에서, EMC 전문가의 임무는 장비와 환경을 정합시키는 것이다. 양호한 경우에는 문제가 발생하기 전에도 여전히 정합할 수 있다. 일련의 현행 간행물 목적이 바로 이 정합을 발생

하게 만드는 것이다. 그러나, 이 접근법은 문제가 발생한 후 문제를 시정하는 경우에도 적용된다. 그 접근법은 가장 비용효율적이거나 시간효율적인 방법은 아니다. 적용가능한 접근법이나에 상관없이, 몇 가지 단계를 거쳐야 한다. 단계의 순서는 아래 설명과 같이 선택한 접근법에 따라 달라진다. (전원공급 시스템의 저주파 전도성 교란 관련 사례에 대한 추가 정보가 부속서 B에 제시되어 있다.)

접근법 a:

- 1) 환경의 특성화
- 2) 완화 방법의 규격
- 3) 완화 성능의 평가
- 4) 장치 내성/방출의 규격
- 5) 장치 내성/방출의 검증
- 6) EMC의 검증 (가능한 경우)

접근법 b:

- 1) 환경의 특성화
- 2) 장치 내성의 수동적 수용
- 3) 부정합의 식별
- 4) 완화 방법의 규격
- 5) 설비 품질의 평가
- 6) EMC의 검증 (가능한 경우)

### 3.1 올바른 설치 및 설계의 목적

설치 현장의 전자파 환경에 따라 그리고 특정한 현상에 따라, 특정 레벨의 EM 교란을 가질 확률이 높다. EM 환경 분류 개념에 따라, 적합성 레벨을 결정하거나 규정해야 한다. 또한, 각 장치는 현장에서 발생하는 교란을 고려하여 충분하거나 충분하지 않을 수 있는

고유 내성 레벨을 갖는다. 장치 내성에 대한 환경 조건 및 성능 기준이 설비마다 다를 수 있기 때문에, IEC 61000-5 시리즈에 주어진 정보는 권고사항이 된다. 결과적으로, IEC 61000-5 시리즈는 다음과 같은 역할을 한다:

- 신규 장치와 시스템의 설치를 계획하고 검사한다.
- 기존의 설치를 검사하고 개선한다.

이 설치 지침을 적용하여 다음과 같은 조치를 취한다.

- 장치의 내성 레벨 이하로 교란을 감소시킨다.
- 기타 다른 교란을 유도하지 않는다.

마지막으로 제안된 방법은, 특히 경제적인 문제를 해결하기 위해 기술적인 절충이 필요한 경우에, 효과적인 방법으로 EMC를 획득하는데 도움이 되어야 한다.

### 3.2 이미터, 결합, 서셉터

EM 교란은 전도나 방사 현상에 의해 일어난다. 그림 1은 EM 교란이 감응성 장치에 어떻게 영향을 미치는지를 일반적인 방법으로 설명하고 있다. 장치는 이미터와 서셉터(잠재적으로 희생될 수 있음) 모두 될 수 있다.

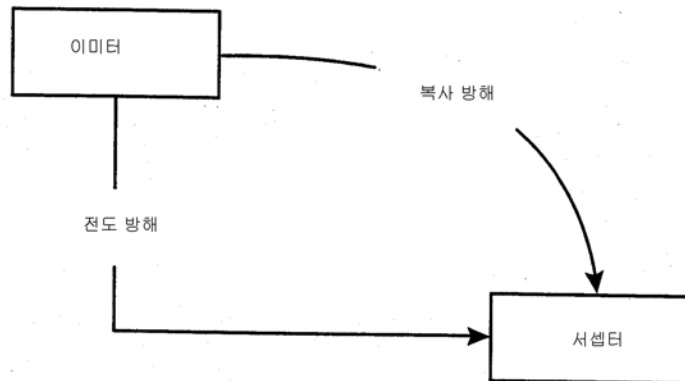


그림 1. 전자파 영향 표현

EMC와 관련하여 세 가지 주요 영역을 고려할 수 있다:

- 이미터: 교란 발생원, 장치 설계에 의해 영향 받음
- 결합 경로: 설치 관행에 의해 영향 받음
- 서셉터: 잠재적으로 희생될 수 있으며, 장치 설계에 의해 영향 받음.

EMC를 보장하기 위해, 필요한 경우 다음의 세 가지 조치를 취해야 한다:

- 이미터에서: 방출의 감소
- 결합에서: 결합의 감소
- 서셉터에서: 내성의 증가.

### 3.3 EM 교란의 개요

전자파 교란 발생원과 그 주요 특성이 IEC 61000-2에 상세하게 설명되어 있다. 아래의 표 1은 이러한 교란을 유발하는 현상을 나열

하고 있다.

다음에 따라 분류한다:

- 주파수 범위
- 전파 방식
- 지속 시간 (연속 또는 과도현상)

일반적으로, EMC 작업에서는 5가지 주요 교란을 고려한다:

- 저주파 전도 현상 (예: 고조파, 전압 감소 및 요동)
- 저주파 복사 현상 (예: 전원 주파수에서 자기장)
- 고주파 전도 현상 (예: 고속 과도현상)
- 고주파 복사 현상 (예: 전자기장)
- 정전기 방전 (ESD)



표 1의 전체 목록과 관련하여 다음 사항을 강조해야 한다:

- a) 저주파 교란의 완화는 부속서 B에서 간략하게 논의한다.
- b) ESD 현상은 결합 현상(전도와 복사)으로 간주해야 한다. 그 발생은 국소 환경(바닥 덮개, 작업자의 옷, 대기 조건 등)의 물리적 특성에 의해 크게 영향 받는다. ESD 효과의 완화는 이 보고서의 적용범위에 포함되지 않는다.
- c) 고도 핵전자파 펄스는 이 보고서의 적용범위에 포함되지 않는 매우 특정한 현상이다.
- d) 교란은 직접 또는 간접적이다.

- 직접 교란:

복사: 감응성 서셉터에서 외부 장이 복사된다.

전도: 발생원이 설비에 연결되어 있다.

- 간접 교란:

복사: 차폐물을 침투한 후 장이 존재하고 감응성 전자기기에서 복사된다.

전도: 전자기장은 설비 내에 있을 수 있는 도체로 전류와 전압을 유도할 수 있다.

e) 보호 장치의 아래쪽에 나타나는 과도 전압이 어떤 경우에는 교란 발생원이 될 수도 있다.

f) 낙뢰 전자파 펄스(LEMP)의 효과는 표에 열거된 전도 및 복사 현상에 포함된다. 이는 특정 발생원이 아닌 물리적 특성으로 분류

되어 있다(표에서 언급한 ESD와 NEMP 현상은 제외). 따라서 LEMP 발생원에 대해 특별하게 기재된 것은 없다.

표 1 - 전자파 교란을 유발하는 주요 현상

<b>전도 저주파 현상</b> 고조파, 중간고조파 신호 전압 전압 요동 전압 감소 및 정전 전압 불평형 전원 주파수 변동 유도 저주파 전압 교류 회로망의 직류(DC)
<b>복사 저주파 현상</b> 자기장 전기장
<b>전도 고주파 현상</b> 유도 연속파 전압/전류 단방향 과도현상 진동성 과도현상
<b>복사 고주파 현상</b> 자기장 전기장 전자기장 - 연속파 - 과도현상
<b>정전기 방전 현상 (ESD)</b> 접촉 공기 인접 물체에 대한 방전
<b>핵 전자파 펄스(NEMP)*</b>
* IEC 61000-5의 적용범위에 포함되지 않음.

### 3.4 EMC와 안전 (절연) 설치 요구사항

EMC 보호와 절연/안전 요구사항은 과전압과 낙뢰에 대한 접지 및 보호와 같이 공통적인 측면을 가질 수 있다는 사실에 주의해야 한다. 직원 보호를 위한 안전 절차는 EMC 보호 절차보다 우선한다는 것을 명심하는 것이 중요하다. 경우에 따라, 안전 관련 절차와 EMC 관련 절차 간에 상충이 있을 수 있다. 안전이 항상 우선하기 때문에, 이러한 경우에는 EMC 관련 대책을 찾아야 한다(부속서 A와 B 그리고 참조로 인용된 IEC 364 규격을 참조하도록 한다.)

### 3.5 EM 환경의 선택/특성화

IEC 61000-2의 권고사항을 고려해야 한다. 이 보고서에는, 열거된 위치 유형에서 중요할 것으로 예상되는 각종 전자파 현상에 대한 적합성 레벨로 적합한 교란 정도를 선택하기 위해 권고사항을 제시하는 표가 있다. 경우에 따라 EM 환경은 설치하기 전에 측정으로 결정될 수 있다는 것에 유의한다.

### 3.6 장비의 내성

장치 공급자는 장치 내성 레벨을 명시하는 것이 바람직하다. 이러한 명시가 없는 경우에는 다음과 같은 세 가지 가능성이 실질적으로 존재한다:

- a) 내성 레벨은 적절하게 문서화된 제품 표준에 규정된 시험을 토대로 결정된다.
- b) 제품 표준이 없는 경우, 내성 레벨은 관련 일반 표준을 적용하여 얻는다.

c) 시험 결과를 이용할 수 없는 경우, 실험, 제조자의 데이터 또는 간행물에 따라, 사용된 기술을 고려하여 특정 레벨을 가정해야 한다. 이 가정의 타당성은 시험과 측정 기법에 관한 IEC 61000-4 표준을 적용하여 검사할 수 있다.

### 3.7 완화 방법: 규격과 평가

#### 3.7.1 장비 및 설비 포트

환경과 장치를 결합하는 전반적인 개념에서부터 세부 특이사항으로 넘어가려면, 3.14에서 정의한 포트 개념을 고려하는 것이 좋다. 다양한 EM 교란이 이러한 포트를 통해 장치로 들어가고 나온다. 이러한 포트를 식별함으로써, 보호 조치를 EM 현상, 그 결합 경로, 및 장치가 기능 소자에 미치는 영향(내성) 또는 환경에 미치는 영향(방출)의 특성과 명확하게 관련지을 수 있다.

그림 2는 EM 교란이 장치 안으로 들어갈 때 포트를 어떻게 식별할 수 있는지를 보여준다. 장치의 초기 정의에서, 이 개념은 시스템과 설비 등 모든 경우로 일반화할 수 있다. 그림 2는 내성 평가를 위해 6개의 포트를 통해 장치에 충돌하는 EM 교란의 경우를 나타낸다. 반대로, 방출 평가의 경우는 화살표의 방향과 복사의 방향을 반대로 하여 얻는다.

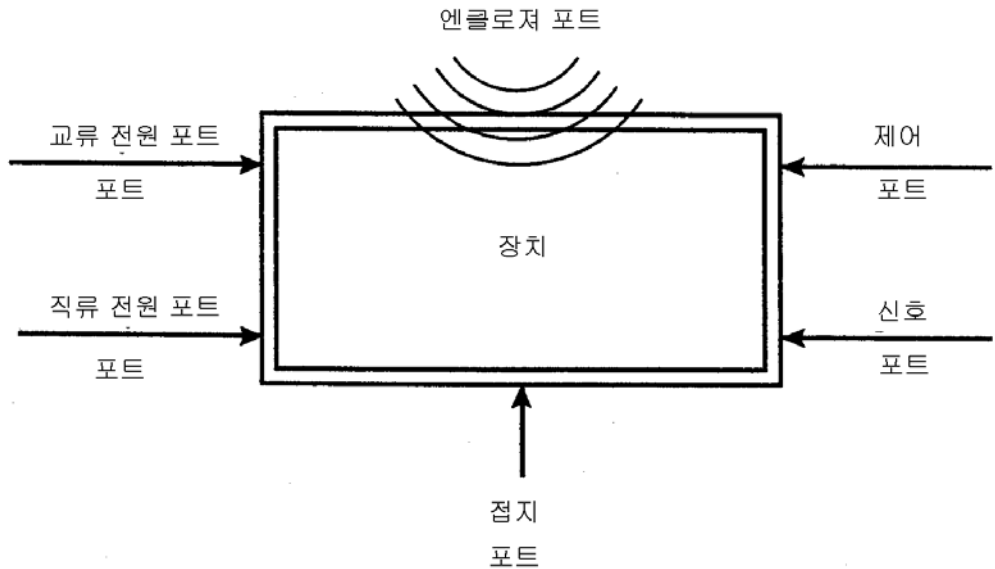


그림 2. 전자파 환경과 연결되는 장비 포트

비고 - 예를 들면, 접지 회로망에 전기적으로 연결된 급수관은 접지 포트로 간주해야 한다. 금속 배관이 막혀서 접지 회로망에 전기적으로 연결되지 않으면, 엔클로저의 일부로 그리고 비의도성 안테나로 간주해야 한다.

장치(시스템, 설비)의 모든 포트에 적절한 완화 조치를 적용해야 한다. 교류와 직류 포트의 경우, 일반적으로 서지 보호 장치를 사용하여 보호하는데, 경우에 따라서는 필터나 특정 케이블로 보완하기도 한다. 제어 포트와 신호 포트의 경우에는 서지 보호 장치나 필터, 또는 둘을 모두 사용하여 보호한다.

접지 포트의 개념은 4개의 다른 전도성 포트만큼 간단하지 않다. 의도적인 접지(접지 스트랩에 의해 구현될 때 명백해짐) 뿐만 아니라 장치에 연결된 다른 케이블의 접지점이나 기준점에 포함된 고유

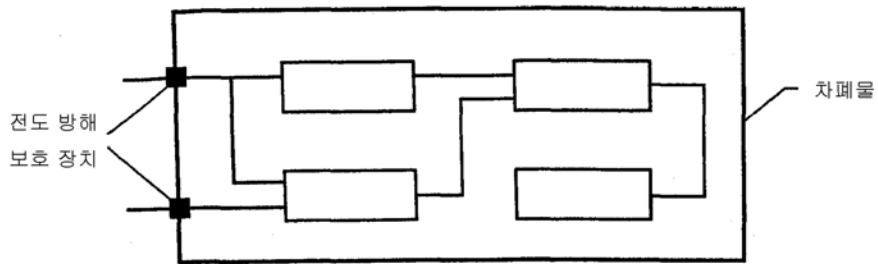
연결을 포함할 수 있기 때문이다. 경우에 따라, 엔클로저 포트는 항상 금속성 테두리, 비전도성 테두리, 또는 단지 개념적인 테두리로 항상 존재한다. 그러나, 금속성 테두리는 해당 목적에 맞게 특수하게 설계되지 않은 경우, 효과적인 완화 요소로 간주해서는 안 된다.

ESD 교란의 경우는 여러 가지 유형의 방전이 포함되기 때문에 더욱 복잡하다. 도체 방전과 5개의 전도성 포트 중 임의의 것을 통해 유입된 방전은 명확한 전도 방해이다. 장치를 포함하지 않는 두 개의 인접한 물체 간의 방전은 명확한 복사 방해이다. 전도성 테두리에 대한 방전은 테두리와 그 개구부가 전도성 방전에 의해 생성된 전자기장(field)의 복사기(radiator)가 되기 때문에 복잡하다.

IEC 61000-5의 절(sections)에서는 관련 포트 및 그와 연관된 EM 현상을 고려하여 완화 및 설치 관행을 상세하게 제시한다. IEC 61000-5-2는 접지와 케이블링의 측면에서, 접지 포트와 전도성 포트를 다루고 있다. 향후 간행될 IEC 61000-5-6은 엔클로저 포트(차폐)와 전도성 포트(필터, 감결합 소자 및 서지보호 장치)를 다룰 예정이다.

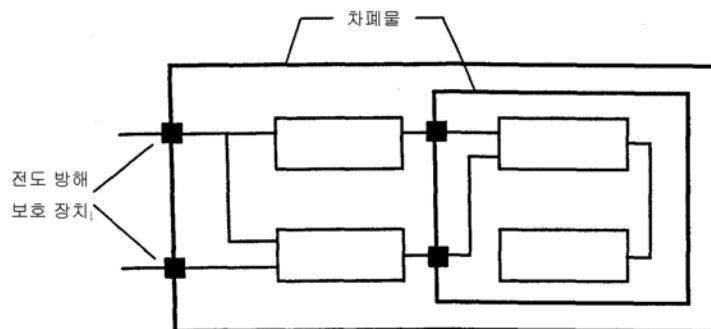
### 3.7.2 보호 개념

전체 보호(그림 3과 4)에 의해 또는 분산 보호(그림 5)에 의해, 설비에 대한 EMC 내성을 얻기 위한 일반적인 접근법에는 두 가지가 있다. 경우에 따라, 우세한 교란 수준과 비교하여 장비의 내성 수준이 충분히 높다면 완화 방법은 필요하지 않을 수도 있다.



비고 - 단일 장벽의 원리에 따라, 전원선 필터, 서지보호 장치와 차폐물은 전체 설비를 보호한다. 내부적으로 발생된 교란이 존재하는 경우를 제외하고 개별 장치에 대한 특정 보호는 적용하지 않는다.

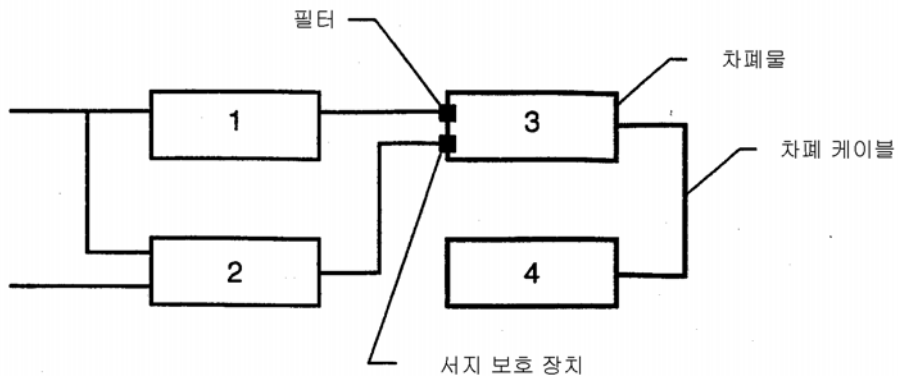
그림 3. 단일 장벽에 의한 전체 보호 원리



비고 - 복수 장벽의 원리에 따라, 개별 장치에 대한 특정 보호는 적용하지 않지만, 장치의 감응성 레벨에 따라 복수의 전자파 장벽을 종속 접속한다.

그림 4. 복수 장벽에 의한 전체 보호 원리





비고 - 분산 보호의 원리에 따라, 장치 1과 2는 보호하지 않으며, 감응성 전자기기를 포함하는 장치 3과 4는 특정한 엔클로저, 필터, 또는 보호장치와 차폐 케이블을 사용하여 보호한다. 소형 및 대형 시스템에 대한 이러한 보호의 예가 부속서 A에 제시되어 있다.

그림 5. 분산 보호의 원리

### 3.7.3 완화 방법의 필요성 평가

전자파 장벽(차폐물, 필터 등)에 의해 제공된 감쇠는 예상 교란 레벨과 관련 IEC 표준에 규정된 내성 한계치(내성 한계치보다 현저하게 더 높은 것으로 알려진 경우 보호 대상 장비의 내성 레벨) 간의 차 이상이어야 한다.

교란 레벨과 내성 레벨, 그리고 감쇠에 대한 불확실성은 적합한 마진을 선택하여 처리해야 한다. 이 마진은 해당 장치가 수행하는 기능의 임계도(Criticality)에 따라 크거나 작을 수 있다. EMC 고려사항에서의 마진의 통계적 측면에 대한 논의는 IEC 61000-1-1을 참조하도록 한다.

교란 레벨과 내성 레벨 간의 수치 관계는 관련된 전도 및 복사 현

상에서 대부분 수립할 수 있다. 케이블링, 차폐, 필터링 및 보호 장치의 경우, 차폐 효과, 전달 임피던스, 삽입 손실, 잉여 전압의 개념을 적용하여 수치 관계를 얻는다(IEC 61000-5-2와 향후 간행될 IEC 61000-5-6을 참조한다). 이러한 수치 관계는 접지에 대해서는 수립하기가 어렵다. 이는 접지 시스템의 설계와 구현에서 우수한 관행의 문제이다.

#### 3.7.4 복사 현상

서로 다른 등급의 차폐 효과를 정의할 수 있다. 적합한 등급은 교란 레벨과 내성 한계치 간의 차를 계산하여 선택한다. 전체 보호의 경우, 차폐물의 침투 지점에서 필터 및 기타 다른 보호 수단은 차폐 효과를 저하시키지 않는 방법으로 구현되어야 한다.

#### 3.7.5 전도 현상

연속파 현상[케이블과 커넥터의 경우 전달 임피던스(IEC 61000-5-2, 필터의 경우 삽입 손실(향후 간행될 IEC 61000-5-6 참조)]을 다루는데는 두 가지 파라미터를 사용한다. 과도 현상, 전달 임피던스와 삽입 손실 및 서지보호 장치의 잉여 전압에는 세 가지 파라미터를 사용한다.

필요한 삽입 손실은 교란 레벨과 내성 한계치 간의 차를 고려하여, 또는 장치가 적용가능한 방출 표준을 충족해야 하는 방출 한계치를 고려하여 결정한다.

과전압 보호 계획의 선택은 보호 장비의 감응성 레벨뿐만 아니라 보호 장치가 완화 또는 전환해야 하는 과전압/과전류 교란에 따라 달라진다(향후 간행될 IEC 61000-5-6 참조).

### 3.7.6 보호 수단의 설계 및 설치

완화 방법에 대한 요구사항은 실제 구현의 관점에서 작성해야 한다. 이는 경험, 측정, 공급자 데이터를 기준으로 하여 달성된다.

### 3.7.7 설비 품질 평가

설비를 구성하는 모든 장치는 고유의 성능 특성을 갖는다. 설치 지침의 목적은 먼저 이러한 특성을 유지하며 이를 개선하는 것이다. 설치 방법이 장치의 EMC 성능을 저하시켜서는 안 된다. 복잡한 설비의 정확한 성능 기준은 그 정의 및 평가가 어렵지만, IEC 61000-4 시리즈에 명시된 시험 및 측정 기법과 일치해야 한다.

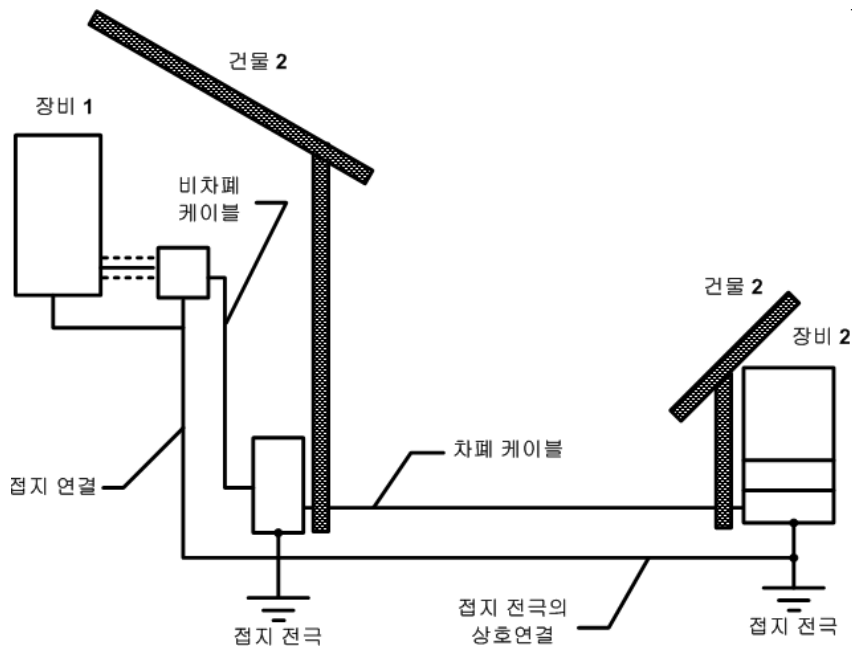
### 3.7.8 EMC의 검증

특히 설비가 복잡한 경우에는 수치 평가가 항상 가능하지 않기 때문에, 최소한 적합한 대책의 점검표를 작성해야 한다. 이 점검표는 제안된 설계, 완성된 설비에 사용할 수 있으며, 기존 설비 문제를 해결할 때 기준으로 사용할 수 있다.

## 제 2 절 시스템 보호

장해 정도가 보통인 상업 지역에 설치된 소형 시스템(단일 장치 포함)의 경우에도 완화의 필요성은 여전히 존재한다. 예를 들어, 진폭이 수 킬로볼트인 교류선에서 고주파 전도성 단방향 과도현상이 건물 내부 수십 미터에서 발생할 수 있다. 그림 6과 같이, 수 미터 분리된 두 건물의 경우에는 IEC 61000-5-2에서 권고한 것과 같은 접지 및 케이블링 관행 같은 설치 대책이면 충분할 수 있다.

반면, 낙뢰가 종종 발생하는 시골 거주 지역에 설치된 동일한 장치는 서지보호 장치로 보호해야 한다. 실제로, 고주파 전도성 단방향 과도현상의 진폭은 긴 가공전력선의 끝에서 수 킬로볼트에 달할 수 있다. 이러한 경우에는, 과전압이 저전압 배선 장치의 유전체 내성으로 제한되는 경향이 있다. 그러나, 단방향 전압 제한의 형태에 의존하는 것은 권고되지 않는다. 오히려 적합한 서지 보호 장치를 고려해야 한다.



비고 - 케이블의 배선 및 종단 구성 및 구현에 대한 자세한 내용은 IEC 61000-5-2를 참조한다.

그림 6. 소형 시스템에 대한 보호 및 완화 개념도

## 1. 대형 시스템의 보호

대형 시스템은 특히 전력선이 넓은 지역에 걸쳐 있을 때 수많은 강

한 교란에 노출될 수 있다. 아래의 예는 교란이 심한 산업용 설비 또는 고전압 변전소의 제어실이다.

이러한 상황에서, 필요할 수 있는 강력한 교란 감소를 한 가지 조치로 항상 얻을 수는 없다. 그림 7과 같이 몇 개의 장벽에 걸쳐 연속 감소를 시도해야 한다. 그림 7에 명시된 해당 요소의 설치에 대한 자세한 내용은 향후 간행될 IEC 61000-5-6을 참조한다.

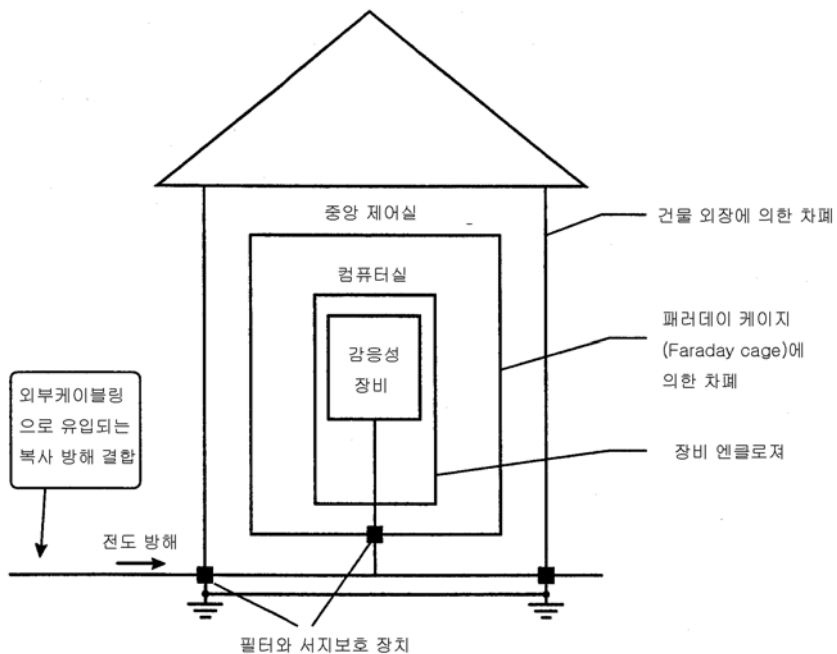


그림 7. 가혹한 환경에 대한 다단계 보호 개념도

## 제 3 절 접지 및 케이블링

### 1. 적용범위

이 보고서(유형 3)는 전기 전자 장치나 시스템들 간 전자파 적합성(EMC)을 보장하는데 목적이 있는 전기 전자 시스템 및 설비의 접지와 케이블링을 다룬다. 특히, 접지 관행을 소개하고 산업용, 상업용 및 주거용 설비에서 사용되는 케이블을 다룬다. 이 기술보고서는 전자파 환경을 전반적으로 저하시킬 수 있는 고방출 레벨의 감응성 전기 전자 설비, 시스템, 장비의 설치자, 사용자 및 일부 제조자가 사용하도록 작성되었다. 이 보고서는 주로 신규 설비에 적용되지만, 경제적으로 가능한 경우에는 기존 설비를 확대하고는 수정하는 데도 적용될 수 있다.

### 2. 관련 문서

IEC 60050(161): 1990, International Electrotechnical Vocabulary (IEC) - Chapter 161: Electromagnetic compatibility

IEC 60050(826): 1982, International Electrotechnical Vocabulary (IEC) - Chapter 826: Electrical installations of buildings

Amendment 1: 1990

Amendment 2: 1995

IEC 61000-2-5: 1995, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment - Section 5: Classification of electromagnetic environments - Basic EMC publication

IEC 61000-5-1: 1996, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 1: General considerations - Basic EMC publication

IEC 61024-1: 1990, Protection of structure against lightning - Part 1: General principles

ISO/IEC 11801: 1995, Information technology - Generic cabling for customer premises

### 3. 접지와 접합

#### 가. 안전 관련 요구사항

접지 시스템의 주요 목적은 직원의 안전과 손상으로부터의 설비 보호를 보장하는 것이다. 두 가지 중요한 현상은 낙뢰와 전력 시스템의 고장이다. 이들은 대형 전류의 순환을 유발하는데, 설비 구조물에 위험한 전압을 생성할 수 있다. 주목해야 할 중요한 사항은 이러한 두 현상이 설비 외부에 있고(일반적으로 전력 시스템) 접지(지면)는 전류가 발생원으로 돌아가는 유일한 경로라는 것이다. 일부 국가에서는 중성 도체가 이러한 전류의 경로이다.

전류의 진폭은 전력 시스템의 고장과 낙뢰에 대해 수 암페어와 수십 킬로암페어 사이에서 구성된다. 주파수 스펙트럼의 관점에서, 이 두 현상은 주파수가 50/60 Hz에서 수 MHz 사이인 신호를 생성한다.

이러한 조건에서, 접지 시스템의 임무는 전류가 지면으로 향하는

경로가 되면서, 임의의 두 설치 지점(접촉 및 계단 전압) 사이의 전압차를 가능한 한 낮게 유지하는 것이다. 일반적으로, 국가 규정에서는 보호 접지(PE) 도체 관행에 대한 규정을 비롯하여, 직원 안전을 위한 최대 전압값을 규정한다. 그러나, 이 PE 도체만으로는 EMC 요구사항을 만족시키기가 충분하지 않다.

과거에는, 접지 시스템을 정의할 때 일반적으로 전력 시스템 고장 전류를 사용하였다(Kouteynikoff, 1980 [1]; Kuussaari, 1978 [2]; Lu, 1980 [3])<sup>1)</sup>. 이 상황의 결과에서 유감스러운 것은, 이 경로의 저항이 통상의 기준이 되었다는 사실이다. 이 접근법은 일반 주파수가 50 Hz 또는 60 Hz인 현상에 대해서는 보정될 수 있지만, 고주파 측면에서는 확실히 부적합하다. 이 경우에는 경로를 따라 진행되는 유도 현상이 두드러질 수 있다. 오늘날에는, 임피던스로 접지 시스템을 특성화하는 것이 더 좋을 수 있다.

## 나. EMC 관련 요구사항

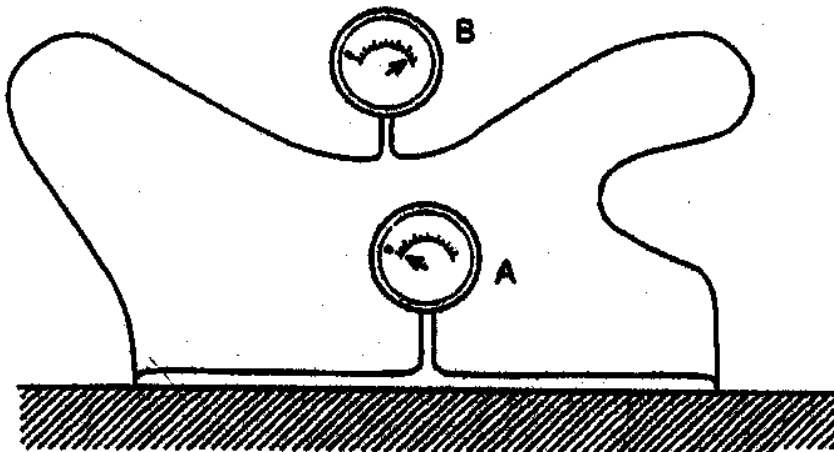
접지 시스템의 두 번째 목적은 공통 전압 기준의 역할을 하며, 상호연결된 감응성 전기 전자 시스템이 있는 설비에서의 교란 완화에 기여하는 것이다.

모든 상황에서, 절대 전압 기준을 제시하는 접지 시스템의 목적은 그림 8(경우 A)에서와 같이 이론적으로만 달성할 수 있다. 경우에 따라, “등전위”에 의해 두 지점 간의 전압차가 0볼트가 되는 이상적인 목적을 설명하려는 시도가 있을 때도 있다. 그러나, 전위의 개념은 정전기와 직류에만 적용할 수 있다. 실제로, 유도는 임의의 두 지점 간의 전압을 0보다 크게 만든다. 그림 1, 경우 B에서, 전압계 리드선 뒤에 따라오는 경로는 유도 전압을 경우 A의 0에 가까운

---



전압(near-zero voltage)에 추가한다. 마찬가지로, 서로 일정 거리 떨어져 위치한 장비의 상호연결은 공통 기준을 가지느냐에 따라 경우 A나 경우 B에서와 같은 루트가 될 수 있다. 경우 B의 루프에서 유도된 외부 전압은 실제 라우팅(routing)에 의존하는 기준 전압의 변동을 일으킬 수 있다. 50 Hz 또는 60 Hz에서조차, 이 상황은 접지 시스템에 이미 존재한다. 이론적으로, 대형의 경질인 전도성이 양호한 면만을 전압 기준으로 간주할 수 있다. 이 상태는 전압계 리드선이 기준면에 조밀하게 이어진 경우에만 측정할 수 있다. 이 개념은 차후에 논의하며 7에서 적용된다.



비고 - 경우 A에서, 전압계 리드선은 기준면에 가깝게 유지되고, 전압계에 표시된 전압차는 낮다. 경우 B에서, 전압계 리드선의 긴 경로는 루프에서 외부 전압의 유도를 허용한다.

그림8. 특히 고주파에서, 일반 법칙으로써의 “등전위성” 개념의 오류 검증

접지 시스템은 교란 발생원(목록 및 발생원에 대한 설명은 IEC 61000-2-5 참조)과 감응성 전자 장치나 시스템 간 귀로 전류의 경

로, 그리고 보호 장치(필터 등)의 전압 기준에 대한 경로라는 사실에 의해 교란의 완화에 기여한다. 즉, 교란은, 안테나 역할을 하는 감응성 장치나 시스템에 의해 전자기 에너지가 전류로 변환되는 복사장의 경우에도 전류의 관점에서 설명할 수 있다.

EMC 측면에서, 현대의 전자 장치나 시스템은 직원 안전을 고려하여 취한 것보다 수십 배 더 낮은 전류와 전압에 민감하다. 특히 저수준 신호에 의존하는 기술의 경우에 이 관점의 차를 인정해야 한다.

#### 다. 접지 시스템의 설계

가)와 나)에서 설명한 요구사항, 즉 불요 전원 주파수와 고주파 전류의 분로(shunting), 그리고 시스템의 두 지점간 전압차를 낮추는 것은 다음의 경우에 대해 동일하다:

- 낙뢰
- 직원 안전
- 설비 보호
- EMC

이 고려사항은 각각 설계에 제약조건을 부여한다:

- 낙뢰와 직원 안전은 접지 전극의 설계를 나타낸다.
- 안전과 설비 보호는 접지 도체의 크기를 나타낸다.
- EMC 거동 요구사항은 접지 회로망의 배치를 결정한다.

##### 1) 접지 전극

접지 전극 설계에서, 첫 번째 단계는 지면의 저항율을 아는 것이다. 이 저항율은 지면의 특성과 균질성, 기후 조건 등의 함수이다. 지면의 저항율 값 대 지면의 특성은 수  $\Omega \cdot m$ 에서 10,000  $\Omega \cdot m$ 까지 크게 변한다. 자세한 내용은 참고문헌(부속서 D)에 명시된 문서를 참조하도록 한다.

설치의 중요성에 따라 접지 전극의 기하구조를 적용해야 한다. 제한된 접지 전극(케이블이나 봉과 같은)은 자립형 장치나 시스템 같이 매우 작은 설비에만 사용할 수 있다.

일반적으로, 건물이나 시설의 경우, 전극에 대한 최적의 해결책은 건물이나 시설 밑과 주변에 매입한 망상형 회로망이다. 이를 실행하기 어려운 낡은 건물에는, EMC 관련사항에 대한 다른 대책과 주의가 필요하다. 이 권고사항들은 기존의 설치 관행을 배제하고자 하는 것이 아님을 인지해야 한다. 단 그 관행들이 만족스러운 것으로 증명된 경우에 한한다.

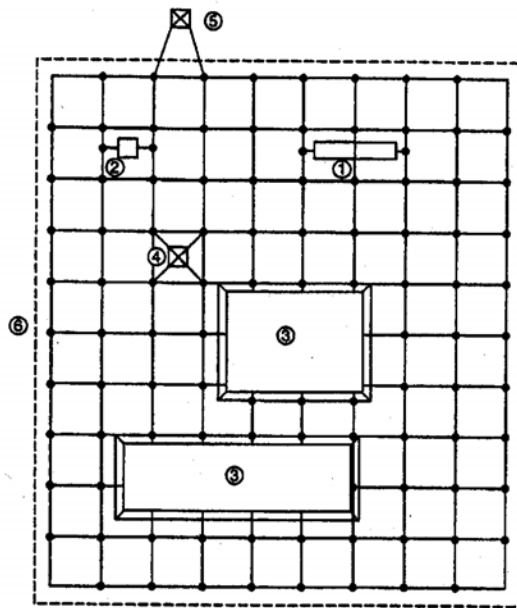
접지 전극의 망상형 회로망은 낙뢰봉, 고전압 장치나 시스템, 그리고 접지 시스템을 통해 귀로하는 대형 고장 전류가 있는 장치나 시스템에서 나오는 케이블의 연결점에서 방사상 케이블과 접지봉에 의해 종종 보완된다.

일반적으로 접지 전극은 되채움(backfill) 자재가 아니라 지면에 서, 혹시 가능하다면 습한 지면에 배치해야 한다. 그림 9는 시설에 대한 접지 전극 원리도의 예를 보여주고 있다.

몇 가지 실질적인 사항들은 장기간 전극 품질에 영향을 미치기 때문에 중요하다.

- 표준 도체보다 부식이 덜 한 경질 도체를 사용하는 것이 좋다.

- 동일한 이유(부식)로, 도체간의 연결부를 용접하고, 기계적 조임은 수행하지 않는다. 일부 건물에는 콘크리트-충전 접지 전극이 있다. 이 전극은 지면과 직접 접촉하는 콘크리트 기초의 바닥 안 및 그 근처에 배치한다. 이 해결책은 주거용이나 사무용 건물에 알맞기 때문에 산업용 건물에서 필요한 성능을 갖지 않을 수도 있다.

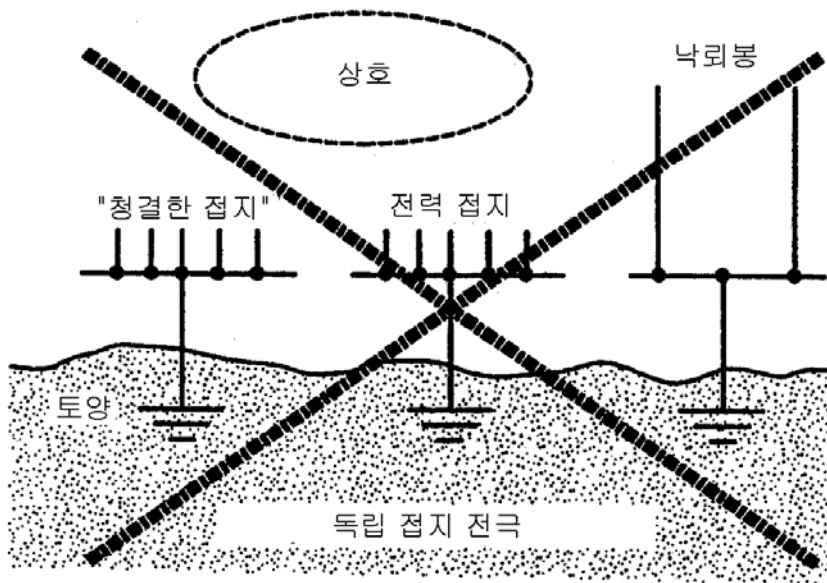


1. 금속 프레임
2. 자립형 장치나 시스템
3. 건물
4. 시설 내의 고전압 탭 또는 중간전압 탭
5. 시설 근처의 고전압 탭 또는 중간전압 탭
6. 울타리

그림 9. 일반적인 접지 전극의 평면도

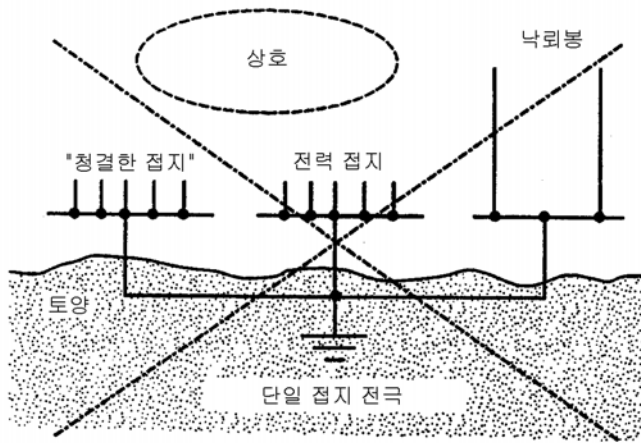
컴퓨터나 전자 시스템(그림 10)에 대해, 독립적인 “격리”(3.14 정

의 참조) 접지 전극을 사용하지 않을 것을 권고한다(일부 국가에서는 금지될 수도 있다). 설치 시에 지면에 의해 또는 기생소자(정전용량 및 상호 인덕턴스)에 의해 항상 연결되어 있다. 낙뢰 또는 전력 시스템이 고장난 경우에는, 위험한 과도 전압(직원 안전과 EMC를 위해)이 격리된 접지 시스템과 설비의 기타 다른 부품 사이에서 발생할 수 있다.



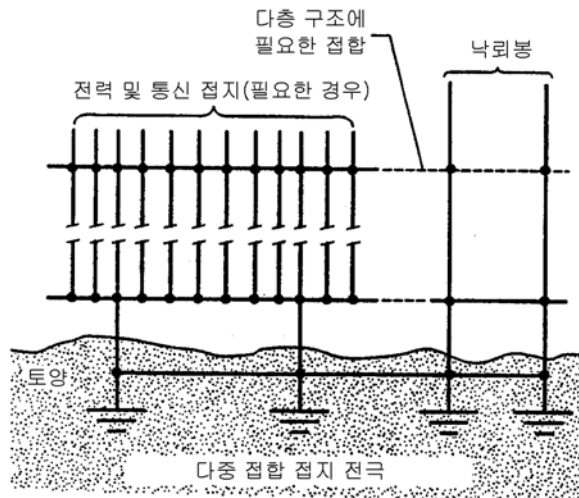
비고 - 예를 들어 신호 기준으로 사용하기 위해 “청결한” 접지 회로망을 얻고자 할 때, 접지 전극을 접합하지 않는다. 이 접근법은 EMC에는 적합하지 않으며, 안전 위험이 있다. 실제로 일부 국가에서는 이 관행을 강제 규정으로 금지한다.

그림 10. “전용”, “독립”, “격리” 접지 전극에 대한 잘못된 생각



비고 - 예를 들어 신호에 대한 기준으로 사용하기 위해 이른바 “청결한” 또는 “계기” 접지 회로망을 얻고자 할 때, 접지 회로망은 신호와 전력 접지 회로망으로 분리된다. 올바르게 설치하고 토폴로지를 유지한다면, 이 접근법은 만족스러운 것으로 밝혀졌지만, 일반적인 용도로 권고되지 않는다. 안전에는 적합하지만 (전원 주파수에서), 고주파 EMC 문제에는 대개 적합하지 않다.

그림 11. 단일 접지 전극의 개념



비고 - 그림 10과 11의 형식면에서 유사한 이 2차원 개념 표현은 그림 14에서

보이는 것과 같이 실제로는 3차원 회로망이다. 이는 일반적인 경우, 안전 및 EMC에 대해 권고되는 접근법이다. 그림 4에서 언급한 대로, 이 권고사항은 기타 다른, 검증이 잘되고 유지가 잘된 특수 구성을 배제하지 않는다.

그림 12. 접지 전극과 접지 회로망에 대해 권고되는 구성

## 2) 접지 회로망

접지 회로망은 일반적으로 전력 고장 전류와 HF 전류를 전자 장치나 시스템을 통해 통과시키지 않고 전환하기 위해, 가능한 한 낮은 임피던스를 갖도록 시설 제작자에 의해 설계 및 실행된다. 접지 회로망은 각각 다르게 배치할 수 있기 때문에, 사용자들에게 만족을 줄 수 있다. 그러나 이 접지 회로망 배치 중 일부는 특정 조건이 효과적인지를 감시할 필요가 있다. 예를 들어, 적합한 구조를 가진 중앙 관리자 또는 대형 조직은 지면 저항을 측정에서 최종 관리까지 접지 시스템의 모든 측면을 설계하고 관리할 수 있다. 특히, “방사형 회로망”이나 “격리 접합 회로망” 같이 일부 설치 관행은, 유능한 전문가들이 토폴로지를 올바르게 적용하고 유지할 때 특정 설치에 대해 만족스러운 것으로 알려져 있는 다양한 EMC 접근법을 기준으로 한다.

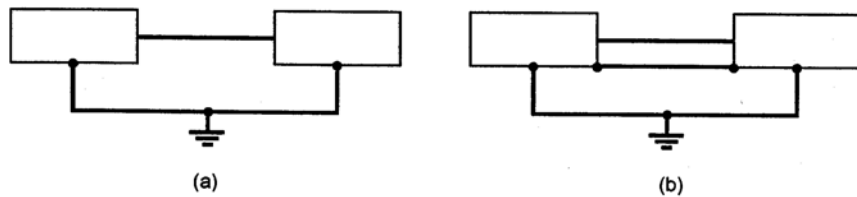
일반 설비 사용자는 대개 이러한 특정 조건을 이행하지 않는다. 따라서, 이 기술보고서에 명시된 지침은 성공적인 접근법을 갖고 있는 조직보다는 일반 사용자를 위한 것이다.

각각 개별 접지 회로망 역할을 하는, 독립적인 전용 접지 전극의 개념은 EMC를 증진시키지 않을 뿐만 아니라 심각한 안전 위험이 있는 잘못된 개념이다. 따라서 일부 국가에서는, 이 관행을 국가 규정으로 금지한다. 각각의 “청결한” 전자 접지 회로망과 “더러운” 전력 접지 회로망은, 단일 접지 전극(그림 11)을 사용한다 하더라도,

EMC를 달성하는데 있어 그 사용이 권고되지 않는다. 보편적으로는 허용되지 않더라도, IEC 61024-1, 3.1.2b)는 높이가 20 m를 초과하는 구조물의 경우 20 m를 초과하지 않는 수직 간격에서“ 접합을 요구한다. 접합하는 인하도체(down-conductor)를 접합하는 수평 고리형 도체에 연결한다. 이 배열은 그림 5에 나타나 있다.

이 기술보고서의 일부 권고사항은 낮은 건물에서 실행하기가 어려울 수 있다. 그렇지만 접지 회로망을 일부 개선할 수 있다. 신호를 변환하는 장치의 모든 샴시가 상호연결 되어 있거나 또는 아래에 망상형 접지 회로망이 있는 높은 바닥을 예로 들 수 있다(그림 13). 다른 설치 완화 방법도 이를 보완할 수 있다.

망상형 접지 회로망에 대해 한 가지 자주 인용되는 반대 이유는 이 접근법이 잡음 문제가 있기 때문에 접지 루프, 즉 바람직하지 않은 것으로 보이는 상황을 야기한다는 것이다. 실제로, 잡음 문제는 14에서 설명한 방법으로 감소시킬 수 있다. 어떠한 일이 있어도, 잡음 문제로 인해 접지 회로망을 분리할 필요성을 인식하더라도 불안정한 관행의 채택을 유도해서는 안 된다.

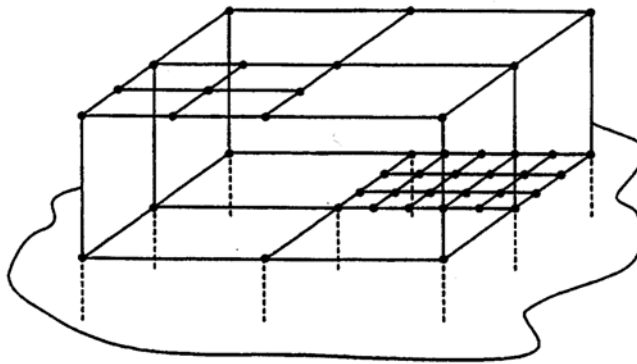


비고 - (a)에서, 신호 케이블 차폐를 포함하는 루프는 바람직하지 않은 상황을 야기한다. (b)에서, 두 개의 샴시 사이의 루프는 신호 케이블의 개입을 완화시킨다.

그림 13. 신호 케이블과 접지 회로망을 포함하는 루프



일반적인 설비에는 바닥이 많을 수 있기 때문에, 각 바닥에는 자체 접지 회로망이 있어야 하며(대개 망사형으로 구현, 그림 7 참조), 이러한 모든 회로망은 서로 접지 전극에 연결되어야 한다. 도체 중 하나가 파손되는 경우에, 접지 회로망의 어떤 부분도 격리되지 않도록 최소한 2개의 연결부가 필요하다(리던던시(redundancy)를 내장해야 한다). 실제로, 전압차를 최소화하고 두 바닥 높이 사이의 임피던스를 전반적으로 감소시키기 위해 전류 순환의 대칭이 더 좋도록 2개 이상의 연결부를 사용한다.



비고 - 각 바닥은 망사형 격자로 되어 있는데, 이 격자는 바닥 사이의 여러 점에서 서로 연결되며, 일부 바닥 격자는 필요한 경우 부분적으로 강화(보강)된다.

그림 14. 접지 회로망에 대해 권고되는 접근법의 3차원 도식

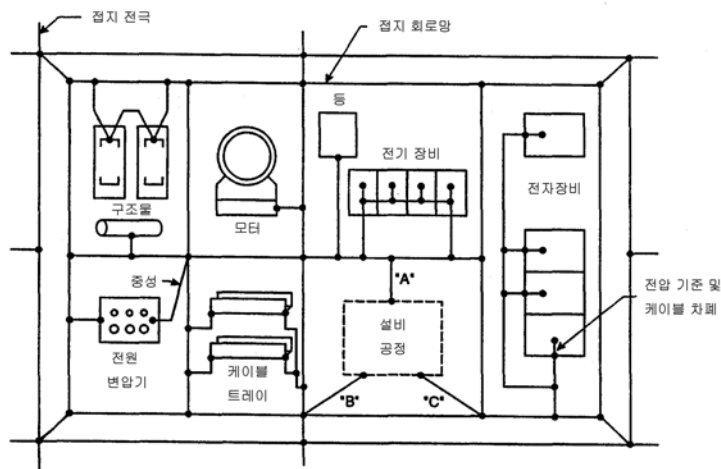
이러한 여러 개의 평행 경로에서 공진 주파수는 서로 다르다. 따라서, 특정 주파수에서 고임피던스를 갖는 경로가 있다면, 이 경로는 동일한 공진 주파수를 갖지 않는 다른 경로에 의해 분류된다. 전체적으로, 큰 주파수 스펙트럼(수십 MHz에 대해 직류)에 걸쳐, 다수의 경로는 저임피던스 시스템을 제공한다.

건물의 각 실내(room)에는 장치나 시스템, 케이블 트레이, 구조물(건물의 슬래브 강화재, 급수관, 거터, 지지대, 프레임 등)의 집합을

허용하는 접지 회로망 도체가 있어야 한다. 높은 바닥이 있는 제어실이나 컴퓨터실 같은 특별한 경우에, 전자 시스템의 영역에 있는 접지 기준면이나 접지 스트랩을 사용하여 감응성 장비의 접지를 개선하고 상호연결 케이블을 보호할 수 있다.

건물에 설치할 감응성 또는 고전력 장치나 시스템의 배열은 예를 들어, 전원 변압기 근처의 제어실이나 컴퓨터실 등에서 접지 회로망을 국소적으로 강화해야 한다. 전자파 방해(EMI) 발생원과 감응성 장치 사이의 결합을 감소시키는 방법은 거리이다. 이 원리를 접지 회로망에도 적용해야 한다. 서로 다른 구역, 예를 들어 전자 구역, 기계 구역 등을 만들어야 한다. 이 구역들은 접지 회로망에 의해 상호연결 되지만, 그림 8에서와 같이 발생원과 감응성 장치나 시스템 사이의 거리가 가능한 한 크도록 설비를 배치해야 한다.

잠재적으로 고장 전류가 큰 전동기는 감응성 전자장치와 동일한 접지 도체에 접합해서는 안 된다(공통 임피던스 결합은 피해야 한다). 설비의 EMC 성능을 개선하기 위해 접지 회로망의 노드에서 다양한 장치를 연결할 것을 권고한다.



비고 - 연결부 “B”와 ”C”의 토폴로지는 토폴로지 “A”보다 더 우수한 EMC 성능을 제공한다. 연결부에 관한 세부사항은 경우에 따라 변할 수 있다.

### 그림 15. 접지 회로망에 다양한 장치나 시스템을 접합하는 일반 원리

중앙 엔지니어링을 통해 설계와 구현의 철저한 관리가 가능한 일부 조직에서는, 각 바닥이 자체 격리된 망사형 접지 회로망, 이른바 “혼성 접지(Hybrid-Earth)”를 갖는 접근법을 성공적으로 적용하였다. 주요 특징은 모든 케이블이 그림 A.2의 예와 유사한(형태상으로 동등한), 하나의 인터페이스에서 특정 시스템으로 들어가도록 요구하는 엄격한 케이블 라우팅의 개념이다. 이 접근법은 통합 망사형 회로망과 간혹 관련되는 잡음 문제를 최소화하는 이점을 제공하지만, 특정한 격리 망사형 회로망과 외부 전도성 부품 사이를 절연시킨 채로 유지해야 한다.

접지 전극과 접지 회로망의 주요 물리적 차이는 그 구현과 관련이 있다. 도체에 연선을 사용하고 도체 연결에 기계적 조임을 사용할 수 있기 때문에 건물 내부의 부식 위험은 거의 없다.

### 3) 낙뢰봉 인하도체

접지 회로망의 일부인 이 도체는 여러 가지 이유로 특수하다. 낙뢰 전류의 진폭 및 그에 대응하는 주파수는 아래와 같은 이유로 각 낙뢰봉에 대해 하나 이상의 인하도체를 사용할 것을 요구한다:

- 경로의 임피던스를 줄이기 위해
- 어떤 하나의 도체에서 전류를 제한하기 위해
- 낙뢰봉이 인하도체에서 분리되는 위험을 피하기 위해.

EMC 관점에서 보면, 이러한 복수의 도체는 설비 배치가 감응성 전자장치나 시스템에 너무 근접하지 않다면 건물 내부의 유도 효과를 제한하는 이점을 제공한다(전기장과 자기장에 대해 건물 벽면에서 미약한 감쇠가 있다).

일반적으로 건물 외부에 설치되는 경질 도체는 내부식성을 더 좋게 하는데 사용된다. 보통, 바닥 수가 적은 건물의 경우, 접지 전극은 낙뢰 도체와 건물 내부의 접지 회로망 사이만을 연결한다(거리의 원리). 이 배열은 금속 구조물이 있는 산업용 건물이나 바닥이 많은 건물에 적용하기 어려울 수 있는데, 이러한 특수한 경우 EMC에 대해 선호되는 해결책은 구조물에서 절연되지 않은 낙뢰 도체를 갖는 것이고 이들을 각 바닥 또는 최소한 몇 개의 바닥에 있는 접지 회로망에 연결하는 것이다(그림 5 참조).

이 마지막 구성에서, 낙뢰 전류가 과도 전류라고 가정하면, 최초 낙뢰 전류의 대부분은 전자기장 상호작용의 결과로 외부 도체에 머무를 것이다. “전위 등화”에 필요한 소형 전류만이 건물 내부에 흐르기 때문에, 낙뢰 인하도체와 건물 내부의 접지된 장치 사이의 측면 플래시(side flash)의 위험을 피할 수 있다. 후자의 문제는 EMC 문제보다 더 안전한 문제이지만, 낙뢰 전류를 건물에서 완전히 벗어나게 하려는 EMC에 기인하지 않은 잘못된 시도에 의해 불안정한 상황이 생길 수 있다.

또한, 대부분의 상업용 및 산업용 건물의 경우, 많은 접지 물체(조명, 에어컨-컨디셔닝, 환기, 통신 안테나 등)는 건물의 윗 부분에 위치하며, 해당 목적을 위해 고안된 낙뢰봉 인하도체가 아닌 통신, 전력, 보호 접지 도체를 포함하는, 낙뢰봉의 역할을 의식하지 못하는 사이에 수행한다는 것을 기억해야 한다.

건물 주위에 분포한 여러 인하도록체에 흐르는 낙뢰 전류에 의해 형성된 장 사이의 전자파 상호작용은 대부분의 최초 전류가 낙뢰 전류 임펄스의 앞에서 거의 보이지 않는 내부 도체가 아니라 외부 도체, 의도된 인하도록체, 건물의 철골이나 강철봉에 흐르는 것을 보장한다(Schnetzer and Fisher, 1992 [5]).

#### 4) 차폐 케이블

케이블 차폐물은 전송되고 있는 신호에 따라 그리고 가능한 전자파 장애 발생원에 따라 하나 또는 두 개의 극단에서 접지 회로망에 접합된다. 그러나 모든 경우에서 접합에 대한 최선의 해결책은 차폐물 주위에서 360도로 연결하는 것이다. 이는 엔클로저의 입구에서 적합한 금속선으로 수행하거나 또는 용접으로 수행할 수 있다(그림 16).

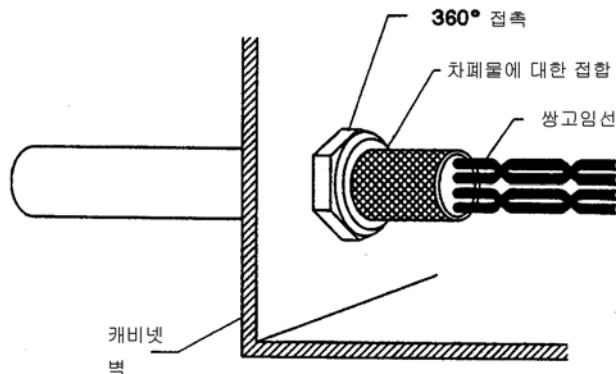


그림 16. 360도 접합을 제공하는 압축 부착물에 의한 차폐 케이블의 최적 접합의 예

## 제 4 절 케이블과 와이어

### 1. 일반사항

최적의 전자파 적합성을 보장하기 위해, 케이블의 선택, 장치 포트와 케이블의 연결, 어떤 한 장치 엔클로저에서 다른 엔클로저로의 라우팅, 각 케이블을 다발로 묶기, 일반적인 설치에 EMC에 대한 일관된 접근법을 토대로 해야 한다. 가혹한 전자파 환경에서, 설비의 케이블링 구성에 대해 두 가지 접근법을 취할 수 있다.

- 대형 신호는 특별한 주의없이 라우팅된, 임의로 선택한 케이블 유형을 사용하여 전송할 수 있으며, 권고되는 절차를 따르지 않고도 장비에 연결할 수 있다. 이 때 장비 포트는 대형 신호를 수용하고 이를 케이블링로 인해 유도된 교란과 구별할 수 있어야 한다.

- 소형 신호는 동일한 가혹한 전자파 환경을 통해, 올바르게 라우팅 되었으며 주의하여 선택한 케이블을 사용하여 전달될 수 있으며, 장비에 올바르게 연결할 수 있다. 이 접근법은 EMC를 최적화하는데 사용할 수 있지만, 이 기술보고서에서 정의한 것처럼 EMC 원리를 준수해야 한다.

실제로, EMC는 수많은 방법으로 달성될 수 있다. 고유한 단 하나의 해결책을 제시하는 것은 불가능하다. 따라서, 이 기술보고서에서는 지침과 광범위한 일반적인 권고사항을 제공한다. 이 일반 지침과 권고사항을 준수한다면 설비의 EMC 성능을 향상시킬 수 있을 것이다.

케이블을 선택한 다음 양단에서 연결하고, 부설할 때에는 수많은 항목을 고려해야 한다.

#### 가. 전송할 신호

- 신호는 특정한 주파수 대역 또는 (준)연속파(CW) 신호에 집중될 수 있다. 직류, 교류 50 Hz 또는 60 Hz로 전달되는 전력은 신호와 동등한 것으로 간주한다. 또한, 예를 들어, 고속 전화, 비디오, 고주파 신호 같이 수 MHz까지 확장할 수도 있는 가청 주파수 대역에 신호가 존재한다.
- 펄스 신호: 지속기간, 반복율, 버스트율, 상승 및 하강시간, 해당 주파수 범위의 상한 및 하한.
- 신호 레벨: 열전대 신호(마이크로 볼트 범위), 컴퓨터 출력(24 V 범위, 교류 전력 1,000 V)과 같은 저레벨에서의 측정 및 제어.

#### 나. 예상할 수 있는 교란의 유형

연속파, 버스트, 펄스, 낙뢰 및 낙뢰 유도, 전원 고장. 그 유형과 가혹도는 특정 환경에서의 응용과 설치에 따라 달라진다.

#### 다. 연결할 장치의 유형

포트의 특성: 차동 모드(DM)와 공통 모드(CM)의 임피던스, 특성 임피던스로의 HF 신호 종결, 의도 신호에 대한 주파수 대역 내부와 이 대역 외부에서 발생한 교란의 구별, 포트의 비선형 거동, DM과 CM의 과부하 특성, 연속파와 펄스.

케이블의 양 끝에서 허용가능한 교란 레벨에 대한 요구사항을 수립해야 한다. 케이블과 배선이 의도된 동작을 저하시켜서는 안 된다. 통계적 신뢰 수준만을 얻을 수 있다는 것이 강조된다. 전체 설비는 허용할 수 있는 교란의 양을 결정한다. 중요한 설비(핵발전소, 화학공정 설비)에서, 기능의 중단은 허용되지 않는다. 중요도가 덜

한 설비에서는, 중단 후 자동으로 또는 수동으로 정상적인 안전한 동작이 보증된다면, 순간적인 중단은 허용될 수 있다.

적합한 설계, 케이블, 연결 및 라우팅으로 EMC 접근법을 일단 선택했다면, 이를 엄격하게 준수해야 한다. 향후의 추가 또는 변경은 선택한 접근법과 일치해야 한다. 선택한 EMC 접근법의 유지를 보장하기 위해 EMC 설계에 책임이 있는 충분한 권한을 가진 책임자를 항상 보유하는 것이 바람직하다.

## 제 5 절 HEMP 보호개념

### 1. 적용범위

IEC 61000의 이 부는 고지(high altitude) 핵폭발로 인해 발생하는 전자기파에 대한 보호 개념을 정의하고 이에 관한 정보를 제공한다.

이 보고서의 목적은 다음과 같다

- HEMP에 대한 민간시설의 적합한 보호를 고안
- HEMP로 인해 발생하는 스트레스에 대한 기존 보호의 평가
- HEMP와 낙뢰 보호를 저비용으로 조합할 수 있는지를 보여주기 위한, HEMP와 낙뢰 보호 요구사항의 비교
- 기존의 낙뢰 보호를 벗어난 추가 조치를 취할 수 없을 때, HEMP의 중요성을 평가하기 위해 HEMP와 낙뢰 보호 요구사항 간의 차이점 강조.



## 2. 관련 문서

IEC 60050(161): 1990, International Electrotechnical Vocabulary (IEC) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility

IEC 60060-2: 1994, High voltage test techniques – Part 2: Measuring systems

IEC 60099-1: 1991, Surge arresters – Part 1: Non-linear resistor type gapped arresters for a.c. systems

IEC 61000-2-9: 1996, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 9: Description of HEMP environment – Radiated disturbance. Basic EMC publication

IEC 61000-2-10: 1998, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-10: Environment – Description of HEMP environment – Conducted disturbance. Basic EMC publication

IEC 61000-2-11: Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-11: Environment – Description of HEMP environment – Classification of HEMP environment 1)

IEC 61000-4-5: 1995, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test

IEC 61000-4-23: Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-23: Testing and measurement techniques – Test methods for

protective devices for HEMP and other radiated disturbance.  
Basic EMC publication 1)

IEC 61000-4-24: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 24: Test methods for protective devices for HEMP conducted disturbance. Basic EMC publication.

IEC 61000-4-25: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-25: Testing and measurement techniques - HEMP requirements and test methods for equipment and systems. Basic EMC publication 1)

IEC 61000-5-4: 1996, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 4: Immunity to HEMP - Specification for protective devices against HEMP radiated disturbance. Basic EMC publication.

IEC 61000-5-5: 1996, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 5: Specification of protective devices for HEMP conducted disturbance. Basic EMC publication.

IEC 61312-1: 1995, Protection against lightning electromagnetic impulse - Part 1: General principles

### 3. 보호 원리

#### 가. 일반사항

보호 영역(건물, 설비, 시스템, 장비)에서, 두 가지 주요 교란 발생원 즉 직접 전자파 복사(복사 방해)와 전압과 전류 서지의 전도성 침투(전도 방해)를 살펴본다 (그림 17).

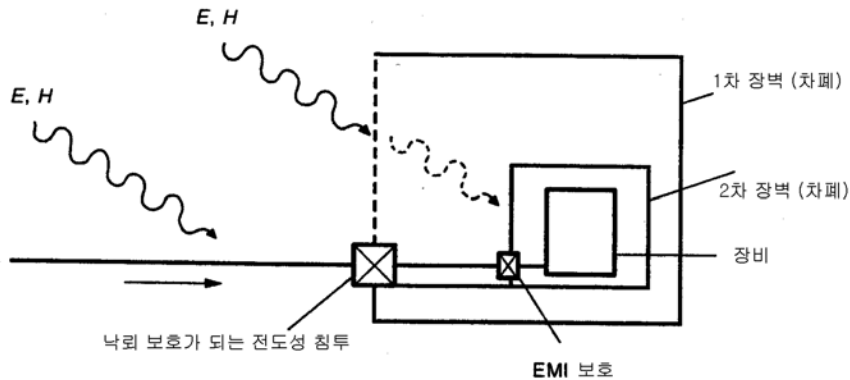


그림 17. 장벽 보호를 통과하는 복사 및 전도 방해 침투의 예

이 그림 17은 장벽으로 보호된 설비의 예이다. 복사 방해는 건물의 구성 요소(콘크리트, 보강재, 기타 금속 부품 등)에 의해, 또는 이를 위해 특수 설치한 금속 차폐물에 의해 감소될 수 있다. 입선과 출선을 통해 침투하는 전도 방해에 대한 보호는 선로를 차폐물에 순간적으로 단락 시키거나, 주파수 대역폭을 제한, 또는 이 둘을 조합하여(예: 서지 보호기 + 필터) 수행할 수 있다. 낙뢰에 대비하여 이러한 보호는 많은 건물에 이미 존재하고 있다. 아래에 논의되겠지만, 낙뢰 보호가 HEMP에 대한 보호 필요성에 최소한 부분적으로라도 부합하는지를 결정하기 위한 검사를 실시해야 한다. 서지 보호기는 극도로 비선형인 소자이다. 특정 전압 이하가 되면, 그 저항은 메가오姆 범위에 있지만, 전도 중에는 1 mΩ 미만으로 내려갈 수 있다. 따라서, 그 효과는 데시벨 단위로 나타내거나 차폐 효과와 직접 비교하여 나타낼 수 없다. 선로 필터의 삽입 손실과 차폐물의 복사 감쇠는 두 개의 완전히 다른 항목을 설명한다. 그럼에도, 보호

영역의 선로에 있는 잉여 전압(또는 에너지)이 차폐물에 침투하는 장에 의해 그 선로에 유도될 수 있는 전압(또는 에너지)과 비슷할 때, 전도 전압(또는 에너지)의 추가 감소는 매우 불리할 수 있다는 것에 주목해야 한다.

## 나. 구역지정(Zoning)

공간적으로 확장된 시스템에서는, 교란 레벨 구역을 각각 정의하는 것이 바람직하다. 그 이유 중 하나는 시스템의 해당 부분이 필수적이지 않기 때문에 보호할 필요가 없거나, 시스템의 해당 부분이 다른 부분만큼 감응성이 없을 수 있기 때문이다. 올바른 구역지정은 잉여 전도 방해가 구역 내의 복사 방해와 유사하도록 하기 위해 충분한 침투 보호를 적용하여, 전도 장애가 그 구역 내에서 우세한 교란이 되지 않는다는 것을 의미한다. EMC 측면에서, 구역지정의 정의와 보호 구역의 분류는 IEC 61000-5-6의 5.2에 명시되어 있다. 이 비교는 해당 장비의 감응성을 각 종류의 교란과 비교하는 것으로만 실시할 수 있다. 장비의 감응성은 IEC 61000-4-25에 규정된 특수 시험으로 판단할 수 있지만, 그 비교는 장비가 어떤 교란 유형에 다소 감응성이 있을 수 있기 때문에 간단하지 않다.

구역의 경계는 보호 등급의 함수로서 그 크기가 7항에 정의되어 있는 특정 복사 감쇠를 갖는 기계적 구조물(콘크리트 건물 벽, 보강재 구조물 또는 경질 금속 차폐물)로 정의된다. 구역 경계를 침투하는 선로는 모든 침입점에서 전도 방해에 대해 보호되어야 한다. 어떤 선로가 여러 경계를 통해 침투하면, 보호 장치는 6.3.3.6에서 설명한 대로 조정되어야 한다. 불완전한 차폐물, 즉 평균 감쇠가 약 14 kHz ~ 1 GHz 미만인 차폐물에서(IEC 61000-5-4 참조), 차폐물 전류가 해당 구역으로 복사되지 않고 각 침입점 사이에서 유도 전압 강하를 발생시키지 않도록 각별히 주의해야 한다. 이러한 경우

에, 구역마다 단 하나의 침입점(단일 침입점)이 있는 것이 바람직하다.

## 다. 복사 방해에 대한 보호

차폐물 기능 중 하나는 자유장 복사를 감쇠시키고 선전류(line current)와 차폐물 전류가 보호 영역에 들어가지 못하도록 하는 것이다. 이것은 불완전한 차폐물의 경우 중요한 문제이다. 콘크리트 벽, 보강재와 금속 구조물 요소 같은 기계적 구조물은 다중차폐 개념에 올바르게 통합된다면 총 전자 감쇠(field attenuation)에 기여할 수 있다. 이러한 구조물의 최적 사용은 각 차폐물이 서로 공간적으로 분리되어 있고 침투 선로( 및 접지 연결)가 차폐물 당 한 점에서만 차폐물로 들어가는 경우에만 이루어질 수 있다. 이 방법을 통해서만 선전류가 보호 영역 내로 흐르는 것을 막을 수 있다(그림 1 참조).

## 라. 전도 방해에 대한 보호

보호 장치는 두 가지 상반된 요구사항을 만족해야 한다. 서지 사건(surge event)(낙뢰 또는 HEMP) 동안, 보호 장치는 종방향 경로를 절연하거나 횡방향 경로를 단락시켜 연결된 장비를 보호해야 한다. 서지가 없으면, 보호 장치는 장비의 정상 동작에 가능한 한 적게 영향을 미쳐야 한다. 두 단계의 전이는 수 나노초 이하 내에서 발생해야 한다.

보호 장치에서 서지 사건은 시간의 함수로서 전압이나 전류로 설명할 수 있다. 그림 2는 기체 피뢰기를 사용하는 한 예를 보여주고 있다. 첫 번째 단계 동안에는, 전압이 상승하기 때문에, (1차) 보호 소자는 아직 절연 상태에 있다. 이 단계에서, 소자를 통해 충분한

전류가 흐르지 않기 때문에, 이 사건은 보호 소자의 유전 재료의 절연파괴 전압만을 고려하여 다룰 수 있다. 보호 소자를 통해 전류가 흐르기 시작하고  $\int_{t_i}^{t_f} i^2 dt$ 에 비례하는 작용의 측면에서 설명된 열공정을 고려해야 하는 때는 바로 전압이 절연파괴 레벨 또는 한계 레벨에 도달할 때뿐이다.

여기서

$t_i$ 는 현상의 최초 시간이다.

$t_f$ 는 현상의 최종 시간이다.

보호 장치를 선택하기 전에, 다음의 질문에 답해야 한다:

- 교란(낙뢰)이 얼마나 자주 발생하는가?
- (낙뢰와 HEMP에서) 어떤 서지 변수가 예상되는가?
- 인터페이스에 연결된 장비가 견딜 수 있는, 각 파형에 대한 최대 잉여 전압은 얼마인가?
- 연결된 장비나 인터페이스의 기능은 무엇인가?

정상 동작을 방해하지 않는, 보호 장치의 기생 특성(종방향 임피던스, 삽입 손실, 용량 등)은 무엇인가?

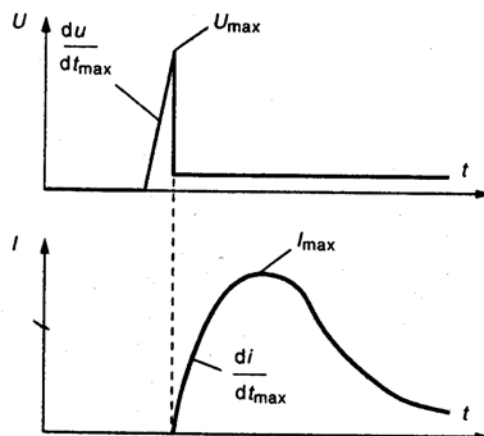


그림 18. 서지 사건 동안 기체 피뢰기를 통해 흐르는 전압과 전류

각 보호 장치는 다른 방법으로 기능하기 때문에, 각 장치 유형에 대한 요구사항이나 규격은 그 기능에 적합한 방법으로 제정해야 한다. 예를 들면, 배리스터의 경우 특정한 점호 전압, 기체 파괴기의 경우 최소 에너지 흡수를 필요로 하지 않을 것이다.

## 제 3 장 결 론

IEC 61000-5 시리즈에 대한 세부 내용 검토 및 분석을 통하여 기술서 및 지침서를 발간하기 위한 기초 작업을 완료하였다. 향후에는 이 자료를 위원회를 통한 검증작업을 거친후 최종 지침서 및 기술서를 출간한 예정이다. 또한 정보기기 내성 기술기준 개정 및 현행화를 위한 기초 작업은 현재 진행중이며, 기초 작업에 대한 자료 분석을 완료하여 국제기술기준과의 하모나이즈 작업을 어떻게 해야 할 것인가에 대해 전문가에게 의뢰중이면 이것 또한 위원회를 통한 검증 작업을 거칠 예정이다. 최근 개정된 부분에 대한 CISPR24의 내용을 포함하여 기술기준 개정 및 현행화를 위한 기초 자료를 제공할 것이다.

더불어 EMC 대책기술에 관한 기술서 발간의 의미는 향후 EMC 엔지니어의 전문가 시스템을 위한 산업 환경에서 중요하게 적용될 지침서로 활용이 가능할 것이다.



## 부록 A

IEC 61000-5-4

전자파적합성(EMC) -

제5부: 설치 및 완화 지침 -

제4절: HEMP에 대한 내성 - HEMP 복  
사 방해에 대한 보호 장치의 규격  
- 기본 EMC 간행물

전자파적합성(EMC) -  
제 5 부 : 설치 및 완화 지침 -  
제 4 절 : HEMP에 대한 내성 - HEMP 복사 방해에 대한  
보호 장치의 규격  
- 기본 EMC 간행물

Part 5: Installation and mitigation guidelines -  
Section 4: Immunity to HEMP - Specifications for protective devices  
against HEMP radiated disturbance - Basic EMC publication

머리말

- 1) IEC(국제전기기술위원회)는 모든 국가 전기위원회(IEC 국가 위원회)를 포함하는 범세계적 표준 기구이다. IEC의 목표는 전기 및 전자 분야의 표준과 관련되는 모든 문제의 국제적인 통합을 증진하는 것이다. 이에 따라 IEC는 기타 다른 활동뿐만 아니라 국제 표준을 간행한다. 국제 표준에 관한 모든 준비사항은 기술위원회에 위임하기로 하며 IEC국가 위원회는 이 문제에 대한 제반 준비활동에 참여한다. IEC와 관련있는 국제 기구, 정부 및 비정부 단체 또한 준비활동에 참여한다. IEC는 두 조직 간의 계약에 의하여 결정된 조건에 따라 국제표준화기구(ISO)와 긴밀한 관계를 갖고 협조한다.
- 2) 각 기술위원회는 모든 관련 국가 위원회에 대표자를 두므로 기술적 문제에 관한 IEC의 형식적 결정 및 합의는 국제적으로 그 의견이 일치하는 것이다.
- 3) 발행된 문서는 국제적 사용에 대한 권장사항의 형식에 따라 표준양식, 기술보고서와 지침서 양식에 따라 간행되며 국제 위원회는 이를 수락한다.
- 4) 국제적인 통일을 증진하기 위하여, IEC국가 위원회는 IEC국제 표준을

국가 및 지역 표준에 최대한으로 적용하기 위한 작업에 착수하였다. IEC표준과 국가 또는 지역 표준에 해당하는 표준 간에 조금이라도 차이가 있을 경우 명확하게 문서상에 나타내야 한다.

5) IEC는 인증을 표시하기 위한 일체의 표시 절차를 제공하지 않으며 임의의 장비가 해당 표준 중 하나에 일치하는 것으로 선언되었음에 대한 책임을 질 수 없다.

6) 본 국제 표준의 구성요소 중 특허권에 관한 내용이 일부 있을 수 있다는 것에 주의해야 한다. IEC는 이러한 모든 특허권을 확인해야 할 책임을 지지 않는다.

IEC 기술위원회의 주 임무는 국제 표준을 작성하는 것이다. 예외적인 경우, 기술위원회는 다음 유형 중 하나의 기술보고서 간행을 제안할 수 있다:

- 반복적인 노력에도 불구하고 국제 표준 간행을 위해 필요한 지원을 받을 수 없을 경우에는, 유형 1

- 해당 주제가 아직 기술적으로 개발 단계이거나 또는 기타 다른 사유로 인해 국제 표준에 대한 즉각적인 합의 가능성이 없을 경우에는 (단 향후에는 합의 가능성이 있음), 유형 2

- 기술위원회가 국제 표준으로써 정상적으로 간행된 표준과는 상이한 종류의 자료(예: 기술 수준)를 수집한 경우에는, 유형 3 .

유형 1 및 2의 기술보고서는 국제 표준으로 변형될 수 있는지에 대해 판단하기 위하여 간행 후 3년 이내에 검토해야 한다. 유형 3의 기술보고서는, 그 보고서 안에 제공되어 있는 자료가 더 이상 유효하지 않거나 쓸모없는 것으로 판단될 때까지는 반드시 검토하지 않아도 된다.

유형 2 기술보고서인 IEC1000-5-4은 IEC기술위원회 77: 전자파적합성(Electromagnetic compatibility)의 소위원회 77C: 고지 핵전자파 펄스에 대한 내성(Immunity to high altitude nuclear electromagnetic pulse-HEMP)에서 작성하였다.

이 기술보고서의 내용은 다음 문서를 기반으로 한다:

위원회 드래프트	투표 보고서
77C/26/CDV	77C/36/RVC

이 기술보고서의 승인을 위한 투표에 대한 모든 정보는 상기 표에 제시된 투표 보고서(report on voting)에서 찾아볼 수 있다.

이 문서는 전자과 적합성 분야에서 “임시출원을 위한 가망 표준”인 IEC/ISO Directives의 제1부 G4.2.2에 따라 유형 2 기술보고서 시리즈로 발행되었다. 왜냐하면 이 분야에서 표준이 식별된 욕구를 충족시키기 위해 어떻게 사용되는가에 대한 지침에 대한 긴급 요구사항이 존재하기 때문이다.

이 문서는 “국제표준”으로 간주되지 않는다. 정보 및 실제 생활에서 정보의 사용 경험을 조합할 수 있도록 임시출원을 위해 제안된 문서이다. 이 문서 내용에 대한 비평은 IEC Central Office로 보내도록 한다.

이 유형2 기술보고서의 검토는 간행 후 3년 이내에 수행될 것이다. 단 3년 이상으로 확대하거나 국제표준으로 전환하거나 또는 철회할 수 있는 옵션이 부여된다.

부속서 A와 B는 정보만을 제공한다.

## 전자파적합성(EMC) -

### 제 5 부 : 설치 및 완화 지침 -

#### 제 4 절 : HEMP에 대한 내성 - HEMP 복사 방해에 대한 보호 장치의 규격 - 기본 EMC 간행물

##### Part 5: Installation and mitigation guidelines -

##### Section 4: Immunity to HEMP - Specifications for protective devices against HEMP radiated disturbance - Basic EMC publication

### 1. 적용범위

이 기술보고서는 민간 시스템의 고지 핵전자파펄스(HEMP)를 보호하기 위한 보호 장치의 규정 방법을 정의한다. 성능 요구사항은 향후 간행될 IEC 표준에 규정될 예정이다. 이 기술보고서는 보호 장치 제조자, 전자 장비 제조자, 관계당국 및 기타 구매자가 발행한 기존 또는 향후 규격을 일치시키기 위해 사용한다.

이 기술보고서는 HEMP 복사 전자기장을 보호하기 위해 현재 사용되는 보호 장치를 다룬다. 일반적으로, HEMP에 관한 파라미터 즉, 시간의 함수로서 매우 빠르게 변하는 전자기장에 관련된 파라미터를 다룬다.

### 2. 관련 문서

다음 규격은 이 기술보고서의 본문 내용 구성에 참고가 되었던 것들이다. 이 보고서의 간행 시점에는 아래 표시된 판이 유효하였다. 그러나 모든 규격은 개정되기 마련이므로 본 기술보고서의 내용에 합치된 의견을 보이는 당사자는 아래에 명시된 관련 규격 중 가장 최신판의 적용 가능성을 타진할 수 있다. IEC와 ISO 회원국은 현재 유효한 국제표준의 등록부를

유지한다.

IEC 50(161): 1990, International Electrotechnical Vocabulary (IEC) –  
Chapter 161: Electromagnetic compatibility

### 3. 정의

이 기술보고서에서는 다음의 정의를 적용한다.

**HEMP/HA-NEMP:** 이 두 두문자어는 High Altitude Nuclear Electromagnetic Pulse에 해당하며, 일반적으로 인정되고 있다. HA-NEMP보다 HEMP를 사용하는 것이 바람직하다.

**장벽(barrier):** 전자파 교란으로부터 전기 회로를 절연시키는데 사용되는 분리 (차폐물은 특수한 형태의 장벽이다.)

**접촉 저항(contact resistance):** 서로 접촉하고 있는 두 물체 사이에서 측정된 저항(단위: 옴)

**압축 변형(Compression Set):** 열, 압력, 시간의 특정 조건하에서 압축에 의해 유발된 재료의 영구 높이 감소의 백분율.

**내부식성(corrosion resistance):** 산화, 전기분해 또는 화학적 오염에 의해 금속 표면의 점진적 파괴를 유발하는 화학 작용에 대한 내성.

**차단 주파수(cut-off frequency):** 측정된 특성 양의 크기가 저주파수 값의 규정 비율로 감소하는 주파수.

비고 - 도파관의 경우, 차단 주파수는 전자기 에너지가 도파관에 효율적으로 전달되지 않는 주파수다. 이 주파수는 도파관의 횡단면 기하구조와 치수에 따라 달라질 수 있다.

**신장(elongation):** 인장하에서 응력을 받은 재료의 길이 증가.

**침입점(point of entry):** 에너지가 침투하는 폐쇄 엔클로저 표면의 물리적 위치.



**보호 장치(protective device):** 전도 방해의 보호에 사용하는 필터, 기체 방전관, 산화철 배리스터 등, 또는 복사 방해의 보호에 사용하는 차폐물, 개스킷, 도파관 트랩 등과 같은 전기적 부품. 이러한 소자, 또는 이 중 여러 가지의 조합은 시스템의 개념적 전자기 장벽의 일부를 형성한다.

**차폐물(shield):** 명확한 영역 내에 또는 영역을 벗어나 전자기장의 효과를 억제하기 위해 시스템 회로, 부품, 또는 케이블 주위에 놓인 전도성 물질.

**차폐 효과(shielding effectiveness):** 발생원과 공간의 어떤 점 사이에, 차폐물을 놓기 전과 후 공간의 어떤 점에서 전자기장의 진폭 감소 또는 감쇠의 척도(단위: dB).

**표피 깊이(skin depth):** 전류 밀도가 재료의 표면에서의 그 값과 비교하여 1 Neper( $1/e$  또는 36.8%) 만큼 감소하는 전도성 재료의 깊이.

**표면 저항률(surface resistivity):** 표면의 단위제곱의 두 맞은 면 사이에서의 재료의 저항, 일반적으로 제곱미터당 옴으로 표현한다.

**(동축 케이블의) 표면 전달 임피던스(surface transfer impedance(of a coaxial line)):** 동축선의 외부 표면에서 전류에 의해 단위 길이당 동축선의 중심 도체에 유도된 전압의 비율. [IEV 161-04-15]

**인장 강도(tensile strength):** 연신 중에, 파괴를 위해 시험편에 가해진 최대 인장 응력.

**전달 어드미턴스(transfer admittance):** 차폐 영역의 보호 쪽에 위치한 도체에 유도된 전류와 엔클로저의 비보호 쪽(side)의 전압의 수학적 관계. 이것은 전달 임피던스의 이중 수량(dual quantity)이다.

**(차폐 회로의) 전달 임피던스(transfer impedance(of a screened circuit)):** 차폐물의 정의된 횡단면에서 전류에 의해 차폐된 회로의 두 규

정 점 사이에 나타나는 전압의 비율. [IEV 161-04-14]

**체적 저항률(volume resistivity):** 재료 1 cm<sup>3</sup>의 맞은 면 사이의 전기적 저항. 일반적으로 단위는 센티미터당 옴으로 나타난다.

**도파관 below cut-off(waveguide below cut-off):** 고정 주파수 이하로 전자기 에너지 통과를 제한하는 도파관의 길이로 구성된 보호 장치.

**도파관 트랩(waveguide trap):** 어떤 장벽에서 전자기 보호 장치 역할을 하는 도파관 below cut-off

#### 4. 복사 방해 보호 장치에 대한 규격

차폐 엔클로저(페러데이 케이시, 캐비닛, 차폐 건물)의 차폐 효과는 침투, 개구부, 심에 의해 저하된다. 이러한 모든 것은 차폐 효과의 저하가 가능한 한 작도록 다루어야 한다. 그렇게 하려면 특정한 보호 장치를 사용해야 한다.

다음에서는, 보호 장치의 동작 원리를 설명하고, 어떤 경우에는 제한사항을 표시하며, 제조자가 명시해야 하는 규격을 열거함으로써 보호 장치를 다룬다.

그림은 동작 원리를 실증하는데 도움이 되며, 또한 주파수-종속 파라미터를 제시하는 방법의 예가 될 수 있다.

##### 4.1 차폐 장치에 대한 일반적인 분류

장벽 재료:

- 차폐 재료
- 투시창
- 공기관 패널
- 도파관 트랩
- 전도성 피복
- 전도성 접착제 및 실런트(sealant).

차폐 케이블과 도관:

- 경질 차폐물
- 누설 차폐물
- 커넥터.

개스킷 재료:

- 편물 철망 개스킷
- 금속 섬유 및 스크린 개스킷

- 연신 와이어 개스킷
- 전도성 탄성체 개스킷.

차폐 부품:

- 토글 부트
- 샤프트 실
- 커넥터 개스킷
- 링 실
- 박 테이프 등.

## 4.2 일반 요구사항

요구되는 차폐 효과에 도달하는데 필요한 차폐 재료는 몇 가지 전기, 기계, 화학적 기준을 충족해야 한다.

### 전기적 요구사항

장벽 재료의 경우, 전기장과 자기장에 대한 감쇠값을 제공해야 하며, 평면파의 경우, 10 kHz ~ 1,000 MHz 주파수 범위에 있어야 한다. 개스킷 재료의 경우 위와 동일한 정보가 필요하며, 이 밖에 직류 저항을 제공해야 한다. 차폐 케이블의 경우 전달 임피던스의 규격, 그리고 필요한 경우 10 kHz ~ 100 MHz 주파수 범위 내 전달 어드미턴스가 필요하다.

### 기계적 요구사항

해당 재료의 올바른 사용에 필요한 모든 기계적 특성을 사용자가 이용할 수 있어야 한다. 이 특성은 다음의 소절에 명시되어 있다.

### 환경적 요구사항

적합한 전기적 접촉을 얻기 위한 차폐 엔클로저의 총 차폐 효과는 심의 고장(결함)에 의해 제한된다. 심의 차폐 완전성은 이 접점을 향상시켜 증

가시킬 수 있다. 이것은 전도성 개스킷을 사용하여 얻을 수 있다.

그러나, 특정 개스킷을 사용했을 때 장시간 차폐 완전성을 유지하지 못하기 때문에 먼지, 습기, 증기와 같은 환경적 조건을 고려해야 한다. 예를 들어, 먼지와 습기로부터 밀봉을 하려면, 스폰지나 경질 탄성체에 연결된 평탄 또는 스트립 EMI 개스킷이 적합하다. 따라서, 특정 개스킷 재료의 적합한 환경적 사용에 관한 정보가 필요하다.

## 4.3 규격

### 4.3.1 일반사항

보호 장치를 규정할 때는 기계적 설계 측면과 전기적 설계 측면 모두 고려한다.

규격에는 다음 사항이 포함된다:

- 전체적인 설명 (설명, 목적)
- 응용 정보 (구체적인 용도)
- 재료 설명 (재료, 일관성, 색상, 마무리 등)
- 성능 특성 (E, H, 평면파 감쇠, 직류 저항, 온도 범위, 기계적 특성, 전달 임피던스 및 필요한 경우 전달 어드미턴스)
- 치수
- 사용 시 권고사항(표면 준비, 압력, 안전 및 작업 시 주의사항)
- 시공 방법
- 부착 기법(조립 방법)
- 보관 시 권고사항.

### 4.3.2 장벽 재료

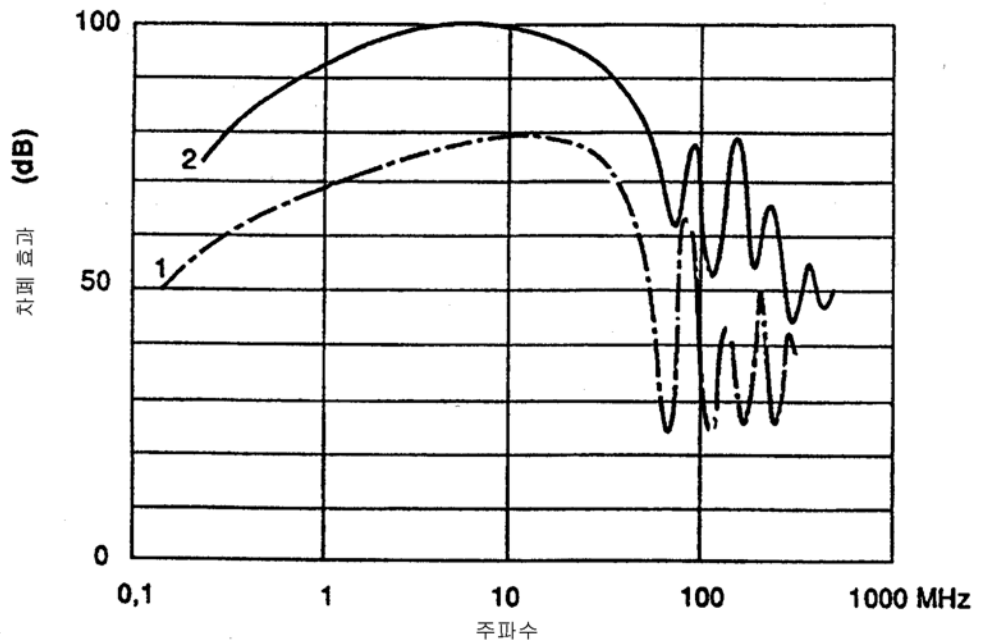
#### 4.3.2.1 차폐 재료

일반적으로 두 가지 유형을 사용할 수 있다.

##### a) 철망

차폐 효과는 차폐해야 할 부피의 크기, 특히 철망 크기와 철망 제조에 따라 달라진다. 차폐 효과는 철망 크기가 감소하거나 이중 차폐물을 사용할 때 증대된다. 이중 차폐물에서 두 차폐물은 서로 절연되어 있고, 접지에 한 곳만 연결된다.

그림 1에 표시된 케이지 크기에서, 차단 주파수는 약 80 MHz 이다. 더 높은 주파수에서는 공진 효과가 있어 진동이 생긴다.



곡선 1:            치수 3 m x 3.25 m x 3 m  
 6각형 망:        15 mm x 17 mm  
 곡선 2:            치수 4 m x 4 m x 3 m  
 사각형 망:        4 mm

그림 1: 이중벽 케이지의 일반적인 평면파 감쇠

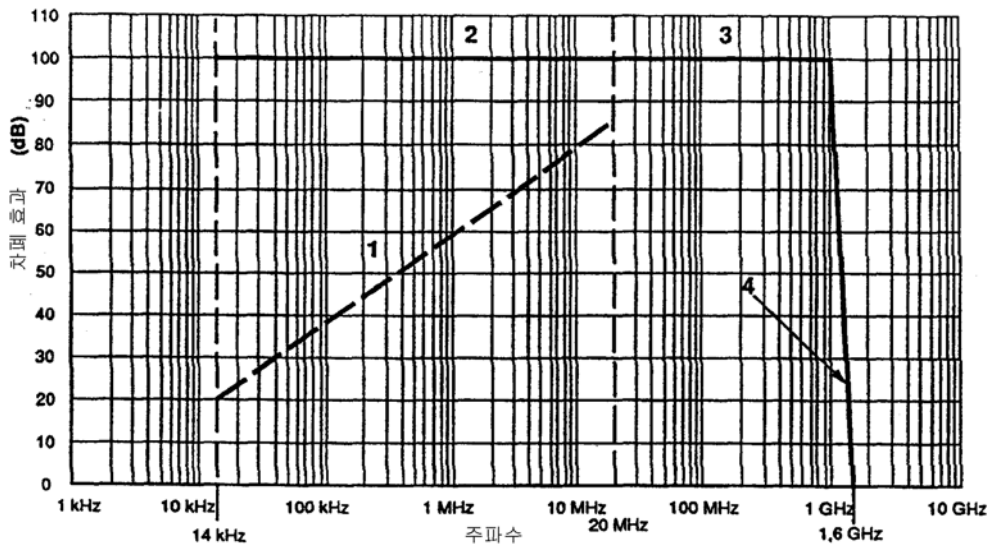


b) 판금

균질한 판금이 있는 케이지의 감쇠가 더 높다. 차폐 효과는 표피 깊이로 인해 주파수와 함께 증가하므로, 고주파에서는 매우 얇은 판금이 효율적이다.

간단한 공식으로, 고려된 파장과 비교하여 그 치수가 큰 경우에 평면파에 대한 판금의 삽입 손실, 반사 손실 및 차폐 효과를 계산할 수 있다. 그 결과가 부속서 A에 주어져 있다.

페러데이 케이지의 차폐 효과에 대한 규격의 예가 그림 2에 나타나 있다.



- 1: 자기장
- 2: 전기장
- 3: 평면파
- 4: 10 cm 지름의 도파관 below cut-off

그림 2 - 페러데이 케이지의 HEMP 차폐 효과의 예

필요한 명세:

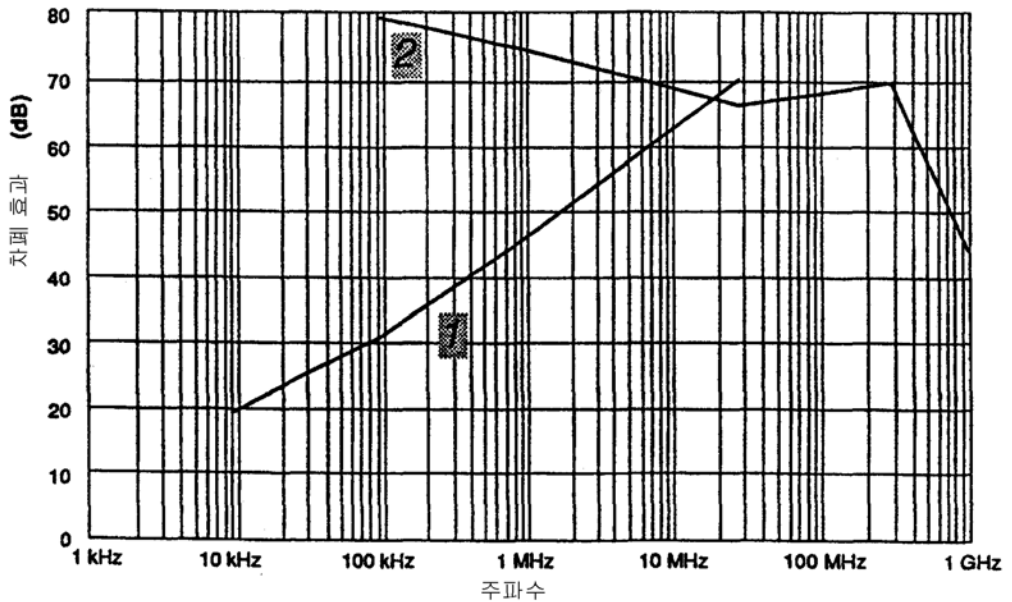
차폐실:

- 전체적인 설명
- 각 소자의 치수
- 무게
- 조립 방법
- 허용된 표면 부하
- 재료 유형
- 가능한 도어의 유형
- 기계적 특성을 지닌 각 침입점(POE)
- 차폐 효과.

캐비닛:

- 전체적인 설명
- 응용 정보
- 전체 치수
- 무게
- 재료 유형 및 마무리
- 차폐 효과 (그림 3의 예 참조).

비고 - 도어 심에 실리콘 염기성 윤활제를 사용하는 것이 일반적이다.  
이것은 점점 저항을 증가시켜서 차폐 효과를 저하시킬 수 있다.



1: 자기장

2: 전기장

아연도금강의 두께: 2 mm; 치수: 2 m x 2 m x 1 m

도어: 1.8 m x 0.6 m; 도어 접촉: 니켈-니켈

그림 3 - 개스킷이 있는 캐비닛의 감쇠의 예

#### 4.3.2.2 투시창

투시창은 보호 영역으로 들어가는 복사 전자기 에너지를 감소시키는 역할을 하는 시각 디스플레이가 투시 패널에 필요한 장비에 사용된다.

투시창은 유리, 플라스틱 또는 이 둘을 조합하여 제조할 수 있다. EMI 차폐는 유리나 플라스틱 기재 사이에 적층된 편물 또는 직물 철망으로, 또는 용착된 전도성 피복에 의해 제공된다.

차폐 효과는 와이어 스크린 개구부의 크기, 교차 와이어 사이의 전기적 접촉, 프레임 가장자리에서 와이어를 종단시키는데 사용한 재료와 기법에 의해 결정된다.

준정적 근사(치수  $\ll \lambda$ )를 가정하면, 전도성 피복이 있는 투시창의 경우, 전기장이 반사 효과로 인해 저해된다. 자기장의 경우는 서로 다르다. 투시창 뒤에서 측정한 자기장( $H_2$ )는 개구부가 있는 동일한 위치에서 측정한 자기장( $H_1$ )에 대한 주파수의 함수로 감소된다. 감쇠 함수는 다음으로 주어진다:

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{1}{1+j\omega\tau}$$

여기서

$$\tau = 8 L / (3\pi(R_S + 2\pi R_C))$$

$R_S$  = 전도성 막의 표면 저항

$R_C$  = 전도성 막과 프레임 가장자리 사이의 접점 저항

$L$  = 투시창 등가 인덕턴스이다.

철망이 있는 투시창의 경우, 자기장 감쇠 함수는 형태가 동일하다. 그러나,  $R_S$ 는  $Z_S = R_S + j\omega L_S$ 로 대체된다. 여기서  $R_S$ 는 와이어와 망 크기의 선형 저항에 따라 달라질 수 있으며,  $L_S$ 는 투시창과 철망 크기에 따라 달라질 수 있다.

자기장이 있으면, 투시창은 저역통과 필터와 같이 행동한다(그림 4의 예 참조).

철망이 있는 투시창의 경우, 감쇠 함수는 주파수-종속적이 아니며, 투시창과 철망의 특성과 크기에만 의존한다.

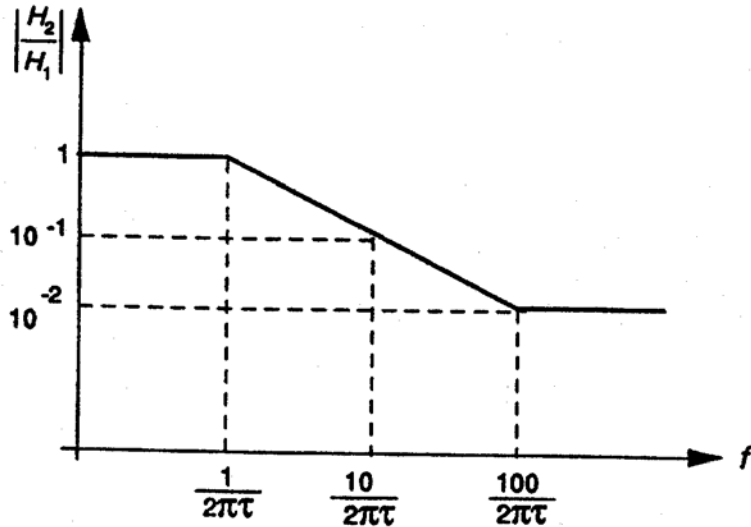


그림 4 - 투시창의 자기장 감쇠 함수의 예

전기장 감쇠 함수는 투시창의 차단 주파수까지 주파수-종속적이 아니다. 투시창의 크기와 재료에 의존한다.

필요한 명세:

- 전체적인 설명
- 응용 정보
- 제품 설명 (광학적 기재, 피복, 부착 프레임, 버스바 종단, 인터페이스 개스킷, 짝을 이루는 표면, 가장자리 결합 적층, 편물 차폐막)
- 성능 특성 (차폐 효과, 온도 범위, 피복의 표면 저항률)
- 치수.

#### 4.3.2.3 공기관 패널

공기관 패널은 고수준의 EMI 차폐가 필요한 전자 장비 엔클로저 및 캐비닛에, 그리고 장비를 냉각하거나 연기(fume)를 환기시키기 위한 공기관 출구나 입구에 사용한다.

고주파에서 높은 차폐 효과를 얻는데 적합하다.

금속 허니콤 재료로 만든 공기관 패널은 도파관 below cut-off 원리를 이용한다.

이 패널은 기능면에서 도파관의 집합체이다.

허니콤으로 얻을 수 있는 차폐 효과는 평면파의 경우 다음으로 주어진다:

$$SE(dB) = 27 \frac{T}{W} - 20 \log N$$

여기서

$T$  = 허니콤 두께이다.

$W$  = 각 셀의 폭이다.

$N$  = 셀의 수이다.

비고 - 이 공식은 주파수가 도파관의 차단 주파수에 비해 낮을 때 유효하다. 이 경우,  $SE$ 는 주파수에 독립적이다. 또한,  $27 \frac{T}{W} > 20 \log N$ 인 경우에 유효하다.

필요한 명세:

- 전체적인 설명
- 응용 정보
- 제품 설명 (프레임, 허니콤 코어, 인터페이스 개스킷, 블라인드 패스너, 마무리)
- 치수
- 차폐 효과, 온도 범위.

#### 4.3.2.4 도파관 트랩

도파관 트랩은 비전도성 샤프트가 차폐물을 통과해야 할 때 사용한다.

공기관 패널의 경우처럼, 도파관 below cut-off 원리를 이용한다.

주어진 횡단면의 경우, 도파관에서 제공하는 차폐 효과는 다음 식으로 결정한다:

$$SE(dB) = 54.6 \left( \frac{1}{\lambda_c^2} - \frac{1}{\lambda^2} \right)^{1/2} - L$$

여기서

$\lambda_c$  = 차단 파장(단위: m)

$\lambda_c = 1.7 d$  ( $d$ : 원형 도파관의 지름, 단위 : m)

$= 2 a$  ( $a$ : 직사각형 도파관의 넓은 쪽, 단위 : m)

$\lambda$  = 해당 주파수에서 파장, 단위: m,  $\lambda > \lambda_c$

$L$  = 도파관의 길이, 단위: m

필요한 명세:

- 전체적인 설명
- 응용 정보
- 제품 설명 (재료, 마무리)
- 부착 기법(나사체결, 납땜)
- 치수
- below cut-off 주파수 감쇠.

#### 4.3.2.5 전도성 피복

은, 흑연, 니켈 같은 전도성 입자로 채워진 도료는 EMI에 감응성있는 플라스틱 엔클로저를 차폐하고 접지하는데 비용효율적인 방법이다.

차폐 효과는 사용한 재료의 유형과 양의 함수이다.

재료의 특성은 시간이 지남에 따라 저하되기 때문에, 주의하여 사용해야 한다.

필요한 명세:

- 전체적인 설명
- 응용 정보(도포 방법, 사용 시 주의사항, 표면 준비 등)
- 특성 (표면 저항률, 온도 범위, 보관 시 권고사항 등)

#### 4.3.2.6 전도성 접착제 및 실런트

전도성 접착제는 영구 심을 차폐하고 균열이나 간극을 채우기 위해 EMI 창, 환기구, 망형 개스킷을 접합하는데 사용한다. 실런트는 맞댐 이음에 사용할 수 있지만, 그 이음이 깨진 경우에만 사용할 수 있다.

그 특성은 시간이 지남에 따라 저하되기 때문에, 주의하여 사용해야 한다.

필요한 명세:

- 전체적인 설명
- 응용 정보(도포 방법, 사용 시 주의사항, 표면 준비 등)
- 특성 (체적 저항률, 온도 범위, 보관 시 권고사항 등)

#### 4.3.3 차폐 케이블 및 도관

차폐 케이블 내에서 유도된 전압과 전류는 차폐 특성, 케이블 길이, 종단 임피던스에 의존한다. 중요한 차폐 파라미터는 전달 임피던스이다. 전달 임피던스는 차폐 전류에 대해 내부 도체에서 길이 미터당 유도된 개방회로 전압의 비이다(부속서 A 참조).

##### 4.3.3.1 경질 차폐물

표피 효과로 인해 비교적 낮은 주파수만 경질 차폐물 내부에 침투할 수 있다.

단면적이 균일하고 벽 두께가 균일한 금속관으로 구성되어 있는 원통형



박판 차폐물을 주로 사용한다.

그 전달 임피던스는 Schelkunoff의 공식으로 주어진다.

반경이  $a$ , 두께  $T(T \ll a)$ , 금속의 전기 전도율  $\sigma$ 인 금속판의 경우:

$$Z_T = \frac{1}{2\pi a \sigma T} \frac{(1+j)}{\operatorname{sh}\left[(1+j)\left(\frac{T}{\delta}\right)\right]} \frac{T}{\delta}$$

여기서  $\delta$ 는 표피 깊이 이다.

여기서

$$u = 2T/\delta$$

$R_0 = 1/(2\pi a \sigma T)$ 는 단위 길이당 차폐물의 직류 저항이다.

$\delta = a$ 와  $R_{HF} = 1/(2\pi a \sigma \delta)$ 인 고주파에서, 전달 임피던스의 크기는 기하 급수적으로 감소한다. 구리 차폐물의 경우, 이 주파수는 약 100 kHz 이다.

필요한 명세:

- 최대 100 MHz 주파수 함수인 전달 임피던스
- 전기 전도율  $\sigma$
- 기계적 치수.

각 케이블 유형에 대한 일반적인 전달 임피던스의 예가 그림 5에 표시되어 있다.

#### 4.3.3.2 누설 차폐물

누설 차폐물은 종종 비균질적이며, 가요성 동축 케이블에서 발견된다. 보호 영역 외부에서 경화를 위해 사용하며, 특히 긴 선로에는 주의하여 사

용해야 한다.

a) 편조선 차폐물

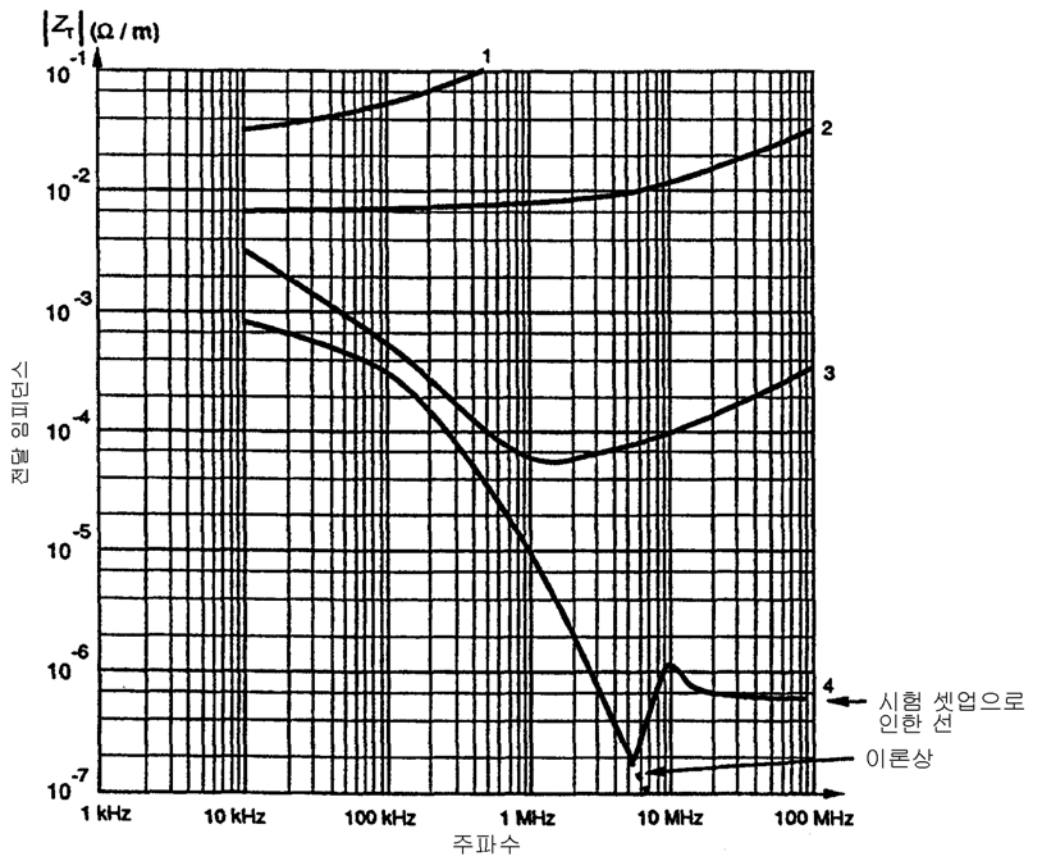
편조선 차폐물은 보통 전자산업에 사용한다. 전달 임피던스  $Z_T$ 는 제직 특성에 의존한다(부속서 A 참조).

저주파에서, 편조선 차폐물은 단위 길이당 동일한 직류 저항을 갖는 경질의 균질 차폐물처럼 작용한다. 고주파에서(약 1 MHz 이상에서), 장 침투가 현저하여, 내부 도체와 직접 결합한다. 복수의 편조선 차폐물은 이 효과를 감소시키며, 약 10 m 보다 긴 케이블에서 보호 영역 외부에서 주로 사용한다.

필요한 명세:

– 최대 100 MHz 주파수의 함수인  $Z_T$ .

광학적 포함범위  $K$ 와 반송파의 수  $C$ 의 함수로서 전달 임피던스의 예가 그림 6에 나타나 있다.



- 1: 전화 케이블
- 2: 단일 구조 편조선
- 3: 이중 구리 편조선
- 3: 경질 구리 차폐물

그림 5 - 실험에 의한 전달 임피던스

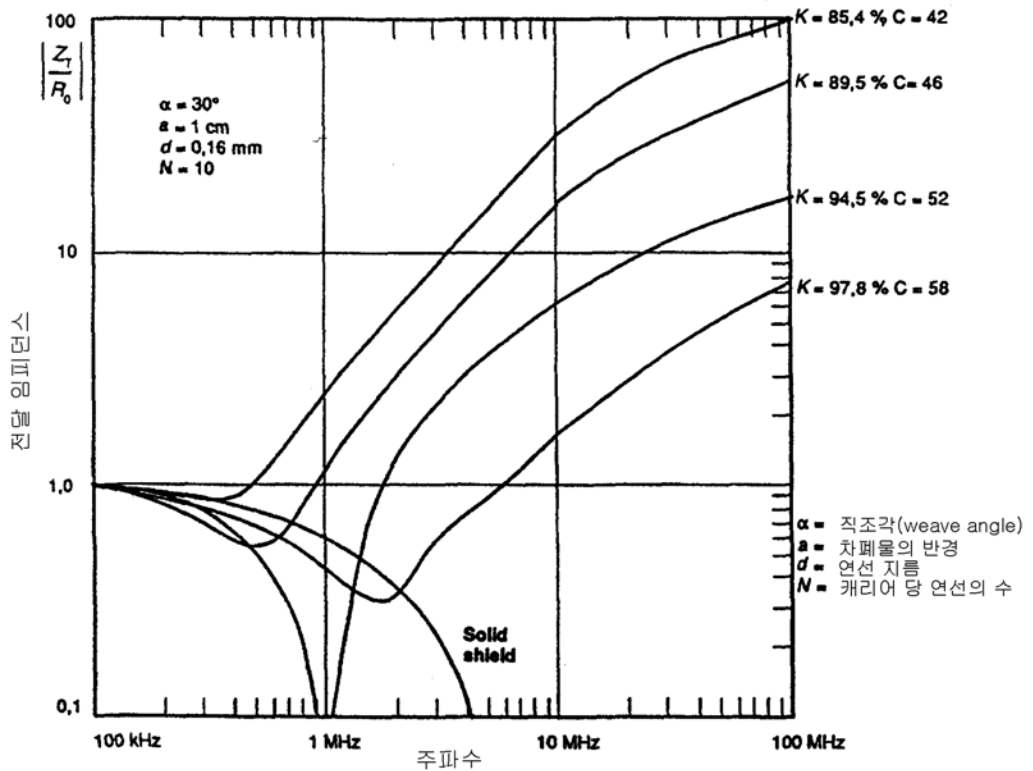


그림 6 - 편조선 차폐물의 전달 임피던스의 예

#### b) 테이프 감긴 차폐물

테이프 감긴 차폐물은 케이블의 가요성이 필요한 경우에 사용한다.

장해나 누화로 인해 양호한 차폐가 필요한 경우, 차폐물의 성능을 향상시키기 위해 테이프 감긴 차폐물을 편조선 차폐물과 함께 사용할 수 있다.

전달 임피던스  $Z_T$ 의 식이 부속서 A에 나타나 있다.

필요한 명세:

- 최대 100 MHz 주파수의 함수인  $Z_T$ .

테이프 감긴 차폐물에 대해 계산된 전달 임피던스의 예는 그림 7에, 나선 각  $\alpha$ 의 함수로 주어져 있다.

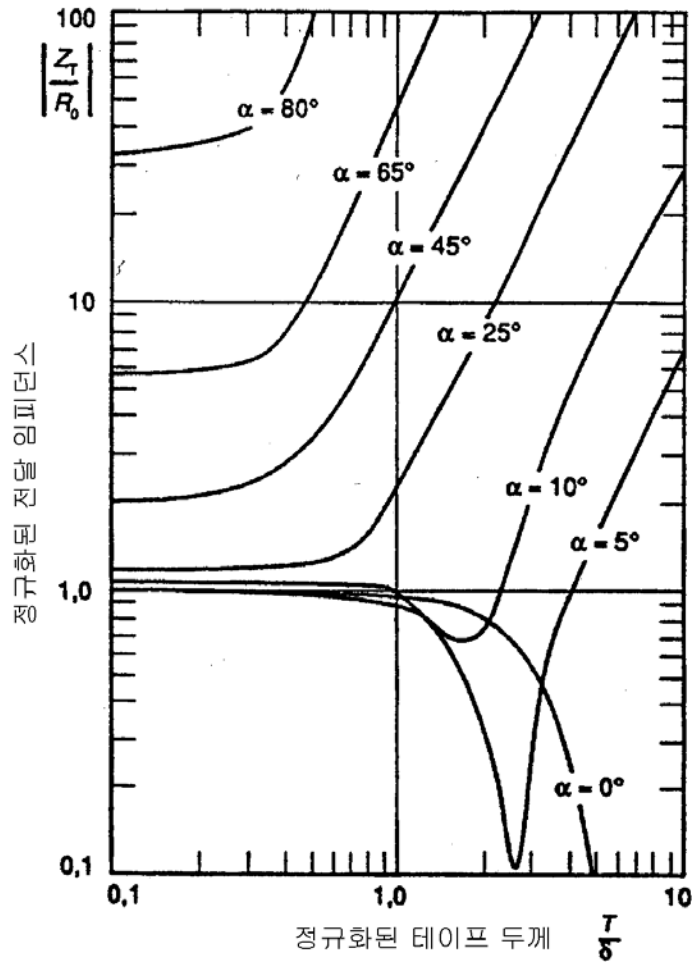


그림 7 - 테이프 감긴 차폐물에 대해 산출된 전달 임피던스의 예

#### 4.3.3.3 커넥터

커넥터는 차폐 케이블과 차폐 엔클로저를 연결하는데 사용한다. 일반적으로 커넥터에는 외부 전자기장이 케이블 내부로 침투할 수 있게 하는 슬롯이 있다. 또한, 전압 강화와 내부 도체로의 자기장 침투를 생성하는, 짝을 이루는 표면(mating surface)의 접점 저항과 연관된 집중 계열 저항을 갖는다.

커넥터의 전달 임피던스(단위: 옴)는 다음으로 주어진다:

$$Z_T = R_0 + j\omega M$$

여기서

$R_0$  = 커넥터 양단에서 측정한 저항

$M$  = 외부 차폐물과 케이블의 내부 커넥터 사이의 상호 인덕턴스

커넥터는  $R_0$ 가 1 mΩ보다 낮고  $M$ 이 약 10 pH인 상태에서 사용할 수 있다.

필요한 명세:

- 전체적인 설명
- 전달 임피던스
- 특성(기계적, 전기적, 기후적 특성 및 액체에 대한 내성)
- 접점 유형(과형, 스트레이트 풀(straight pull))
- 필요한 모든 정보, 도면, 배치.

#### 4.3.4 개스킷 재료

##### 4.3.4.1 편물 철망 개스킷

일반적으로, 편물 철망 개스킷은 반복적인 개폐 또는 예외적인 환경적 밀봉 특성이 필요하지 않은 응용에 적합하다.

필요한 명세:

- 전체적인 설명
- 응용 정보
- 재료 설명(철망, 탄성체 코어, 폭, 두께, 무게)
- 성능 특성(차폐 효과, 전달 임피던스, 전류 운반 능력, 온도 범위, 인장 강도, 신장, 단면수축, 납땜성, 내부식성)
- 치수

- 부착 기법.

#### 4.3.4.2 금속 섬유와 스크린

금속 섬유와 스크린은 공간이 제한되어 있고 최소 두께의 개스킷이 필요한 응용에 이상적이다.

필요한 명세:

- 전체적인 설명
- 응용 정보
- 재료 설명(금속, 밀봉 탄성체, 와이어 스크린, 색상)
- 성능 특성(차폐 효과, 전달 임피던스, 전류 운반 능력, 온도 범위, 권고되는 폐쇄력, 누설 속도)
- 치수.

#### 4.3.4.3 연신 와이어 개스킷

연신 와이어 개스킷은 탄성체에 내장 및 접합된 각각의 미세한 와이어 수십 개로 구성된 복합 재료로 만들어진다. 이 개스킷은 EMI 억제, 접지, 또는 헐거운 와이어 또는 와이어 단편이 전기적/기계적 부품을 손상시키지 않으면서 각 와이어가 독립적 스프링 소자 역할을 하도록 하는 정적 방전에 대한 보호에 권고된다.

필요한 명세:

- 전체적인 설명
- 응용 정보
- 재료 설명(와이어, 탄성체, 분포, 색상)
- 성능 특성(차폐 효과, 전달 임피던스, 전류 운반 능력, 온도 범위, 권고되는 폐쇄력, 압축성, 압축 변형)
- 치수.

#### 4.3.4.4 전도성 탄성체



전도성 탄성체는 전기적/기계적 특성이 시간에 대해 안정되어야 할 때, 그리고 높은 차폐 효과를 유지하면서 뛰어난 기밀(hermetic sealing)을 제공해야 할 때 사용한다.

필요한 명세:

- 전체적인 설명
- 응용 정보
- 재료 설명(탄성체, 충진재, 색상, 조직, 제품 형태)
- 성능 특성(차폐 효과, 전달 임피던스, 전류 운반 능력, 온도 범위, 경도, 체적 저항률, 인장 강도, 열 전도성, 파손에 대한 신장)
- 치수.

#### 4.3.5 차폐 부품

차폐 부품은 차폐실이나 엔클로저에서 기존의 토글 스위치, 커넥터, 도파관 플랜지 또는 심을 차폐하고 밀봉하는데 사용한다.

필요한 명세:

- 전체적인 설명
- 응용 정보
- 재료 설명
- 성능 특성(차폐 효과, 전달 임피던스, 전류 운반 능력, 온도 범위, 허용된 작동의 수, 경도, 체적 저항률, 인장 강도, 파손에 대한 신장)
- 치수.

## 부속서 A (informative)

### 일반적인 이론

#### A.1 장벽의 차폐 효과

HEMP 차폐의 경우, 차폐물은 대개 전기적으로 두껍고, 차폐 성능은 제조 공정의 결함으로 결정된다. 전기적으로 얇은 재료의 경우, 차폐 성능은 엔클로저, 구멍, 간극 등의 크기와 형태로 결정된다. 반사 및 흡수에 대한 1차원식은 무한 평면판에 적용하며, 실제의 3차원 차폐 엔클로저에는 유효하지 않다.

차폐 효과의 표현식은 다음과 같다:

$$SE(dB) = A(dB) + R(dB) + B(dB) \\ = \text{흡수} + \text{반사} + \text{내부 반사}$$

흡수 손실은 다음 식으로 표현된다:

$$A(dB) = 0.1315 T \sqrt{f \mu_r \sigma_r}$$

여기서

$T$  = 장벽의 두께, 단위: mm

$f$  = 주파수, 단위: 헤르츠

$\mu_r$  = 공기에 대한 금속의 투자율

$\sigma_r$  = 구리에 대한 전도율

다음 식을 대신 사용할 수 있다.

$$A(dB) = 8.69 \frac{T}{\delta}$$

여기서

$\delta$  = 표피 깊이 =  $(\pi\mu\sigma f)^{-1/2}$ , 단위: m

$\mu, \sigma$  = 투자율과 전도율의 절대값.

흡수는 두께가 하나의 표피 깊이에 대해 확장될 때마다 약 9 dB 증가한다.

반사는 다음 식으로 산출할 수 있다.

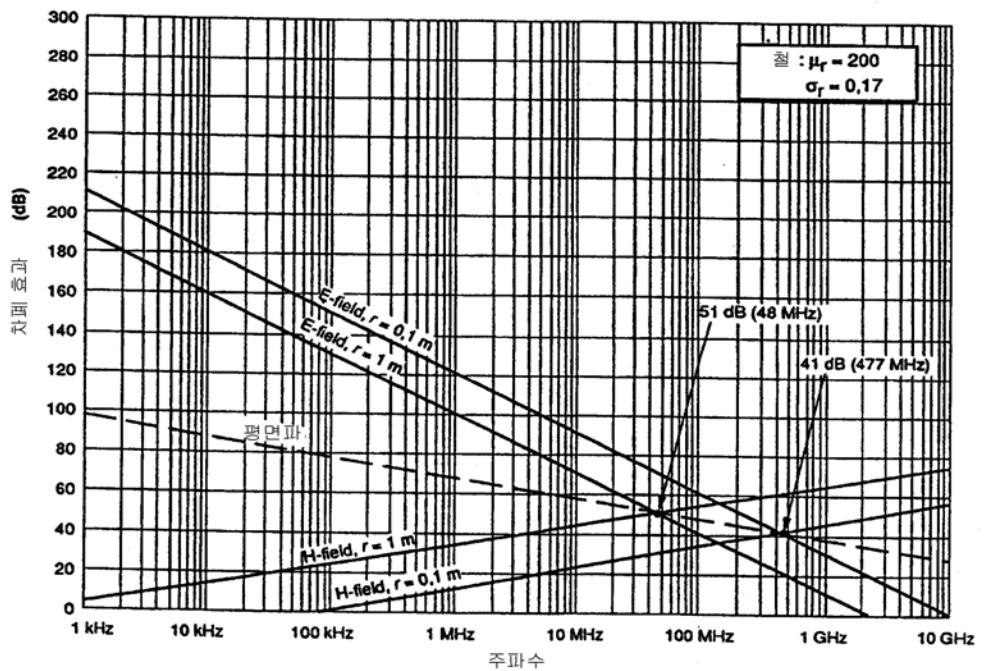
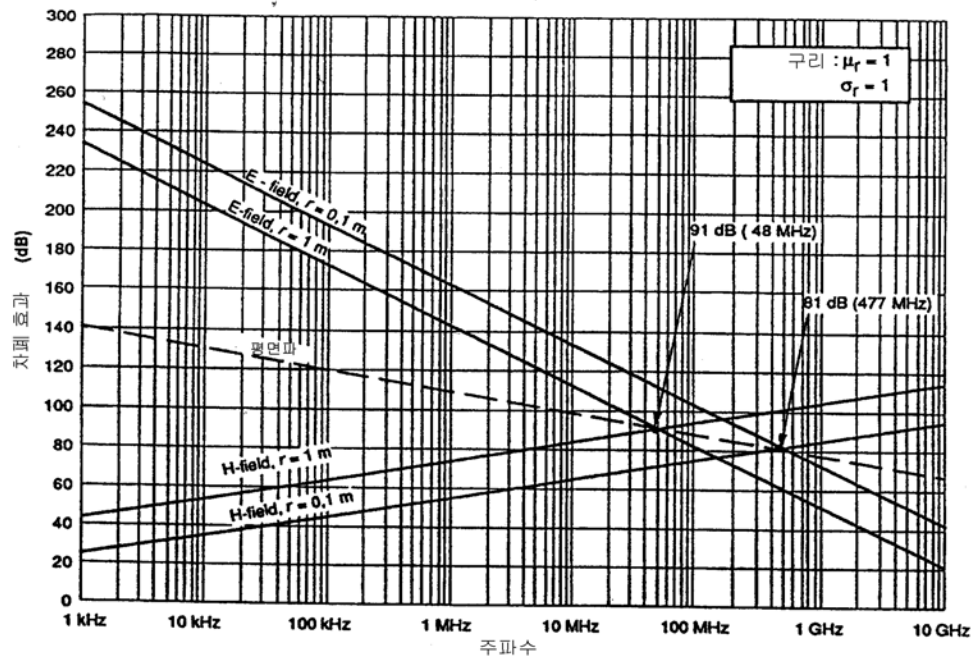
평면파의 경우 
$$R(dB) = 168 + 10 \log \left( \frac{\sigma_r}{\mu_r f} \right)$$

전기파의 경우 
$$R(dB) = 322 + 10 \log \left( \frac{\sigma_r}{\mu_r r^2 f^3} \right)$$

자기파의 경우 
$$R(dB) = 15 + 10 \log \left( \frac{\sigma_r r^2 f}{\mu_r} \right)$$

여기서  $r$ 은 발생원에서 장벽까지의 거리(단위: m)이다.

구리와 철로 만든 무한하게 큰 장벽에 대한 반사 및 복합 반사 + 흡수의 예가 그림 A.1과 A.2에 각각 나타나 있다.



림 A.1 - 구리와 철의 이론적 반사 ( $R_{dB}$ )



내부 반사 B는 대개 무시한다. 흡수가 10 dB보다 크면, B는 매우 작다.

## A.2 전달 임피던스 이론

### A.2.1 케이블 외장을 통한 결합 구조

차폐 케이블이 전자기장에 의해 비추어지면, 전기장과 자기장 성분은 케이블 외장을 통해 결합되며, 케이블 내부에 교란 전류와 전압을 유도한다. 자기장은 케이블 외장에 전류  $I_s$ 를 유도한다. 또한, 편조 케이블의 경우에는, 외장의 개구부를 통해 침투하는 전기장과 자기장은 내부 도체와 외장 사이에 전압을 유도한다.

자기장 효과가 대개 더 중요하다. 케이블 외장에 유도된 전류  $I_s$ 는 내부 도체 안으로 돌아가는  $I_i$  부분과 접지가 될 수 있는 귀환 도체 안으로 흐르는  $I_g$  부분으로 나뉘어 진다(그림 A.3 참조). 따라서,

$$I_s = I_g + I_i$$

케이블에서 이러한 전류의 순환은 외장 내부에 축 전기장을 생성한다. 표면 효과로 인해, 외장 횡단면의 전류와 관련 전기장 분포는 균일하지 않다.  $I_g$ 가 외장 외부 표면에 흐르면, 내부 표면에서 전기장  $E_i$ 는 훨씬 더 적은 전류에 의해 생성되며, 감쇠 계수는 전달 임피던스를 통해 표현된다.

전기장  $E_i$ 의 완전한 분석적 표현은 Schelkunoff가 도입하였으며, 다음 식으로 주어진다:

$$E_i = Z_{aa}I_i + Z_{Tl}I_g$$

여기서

$Z_{aa}$ 는 외장의 외부 표면 임피던스이고,

$Z_{Tl}$ 는 케이블 전달 임피던스이다.

이 값은 단위 길이당 정의된다.

대부분의 경우에서처럼, 케이블 외장이 양쪽 끝에 접지되어 있고, 내부 도체가 높은 임피던스에 종단되어 있다면, 다음을 의미한다.

$$I_i \ll I_g$$

따라서

$$I_g \doteq I_S$$

즉, 전달 임피던스는 다음 식과 같이 주어진다.

$$Z_T(\omega) = \frac{E_i(\omega)}{I_S(\omega)}$$

전달 임피던스는 케이블의 차폐 품질을 설명하며,  $\omega = 2\pi f$ 를 이용하여 주파수 영역에서 정의된다. 여기서  $f$ 는 주파수이다.

전달 어드미턴스는 누설 차폐물을 통해 용량성 결합에 의해 유발되며, 전기장 효과를 설명한다.

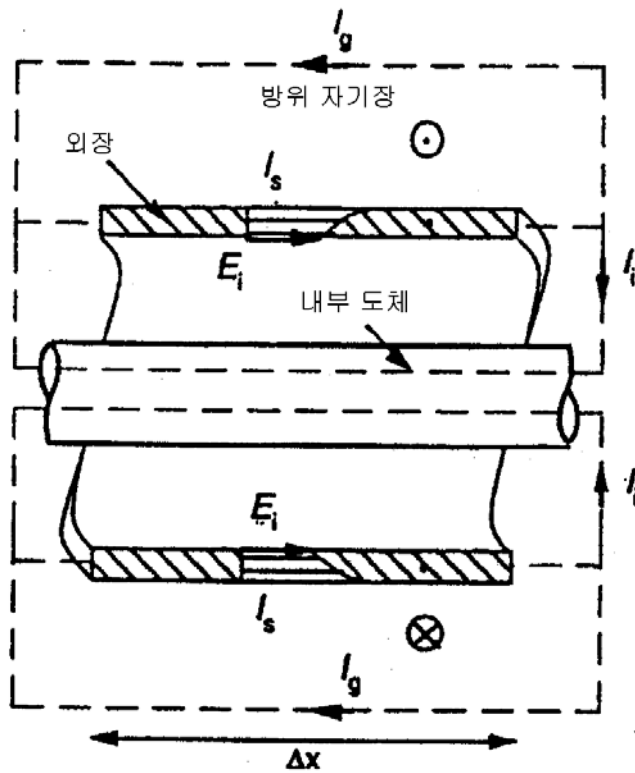


그림 A.3 - 전달 임피던스의 정의



### A.2.2 전달 임피던스와 전달 어드미턴스의 정의

앞에서 정의한 대로,  $I_S$ 는 차폐 전류이고  $I_i$ 는 내부 도체의 전류이다.  $V_i$ 는 내부 도체와 외장 사이에 유도된 전압이고,  $V_S$ 는 외장과 접지 사이의 전압이다. 따라서 전달 임피던스와 어드미턴스는 각각 다음과 같이 정의할 수 있다:

$$Z_T(\omega) = \frac{1}{I_S(\omega)} \frac{dV_i(\omega)}{dx} \quad I_i = 0$$

$$Z_T(\omega) = \frac{1}{V_S(\omega)} \frac{dI_i(\omega)}{dx} \quad V_i = 0$$

이 식은  $dV_i(\omega)$ 와  $dI_i(\omega)$ 가 차폐 케이블을 따라 분포된 전압과 전류원이 되는 그림 A.4의 등가 회로에 해당한다.

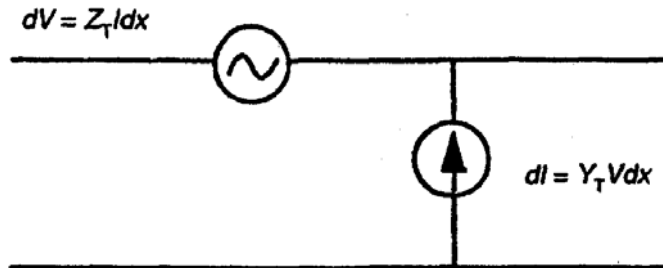


그림 A.4 - 전달 임피던스의 효과와 전달 어드미턴스의 효과를 설명하는 등가 회로

### A.2.3 편조선 차폐물의 전달 임피던스

편조선 차폐물의 전달 임피던스는 다음의 근사식으로 주어진다:

$$Z_T = Z_d + j\omega L_t$$

$$\text{여기서 } Z_d = \frac{4}{\pi d^2 N C \sigma \cos \alpha} \frac{(1+j)\frac{d}{\delta}}{\sinh\left[(1+j)\frac{d}{\delta}\right]}$$

$$L_t = \frac{\pi \mu_0}{6C} (1-K)^{3/2} \lambda(\alpha)$$

여기서

$Z_d$  = 확산 항

$d$  = 연선 지름

$C$  = 캐리어의 수

$K$  = 광학적 포함범위

$\lambda(\alpha)$  = 이심률 함수(그림 A.5 참조)

$\delta = 1/(\pi f \mu \sigma)^{1/2}$  (차폐물의 표피 깊이)

$L_t$  = 상호 인덕턴스 항

$\alpha$  = 직조각

$N$  = 캐리어당 연선의 수

확산 항  $Z_d$ 는 차폐물이 편조선 차폐물과 동일한 단위 길이당 직류 저항을 갖고, 관형 차폐물 1선 지름 두께와 동일한 고주파 특성을 갖는 관형 차폐물처럼 작용한다는 가정을 전제로 한다. 상호 인덕턴스 항은 편조선 차폐물이 동일한 밀도의 타원형 구멍이 있고 편조선 차폐물의 마름모꼴 개구부와 동일한 장축과 단축이 있는 박판 관형 차폐물로 작용한다는 가정을 전제로 한다.

비고 - 확산 항  $Z_d$ 는 실제로 각도  $\alpha = 45^\circ$ 에서 정확하며, 더 정확한 대체 식은  $\alpha$ 가  $45^\circ$ 가 아닌 경우에 사용해야 한다.

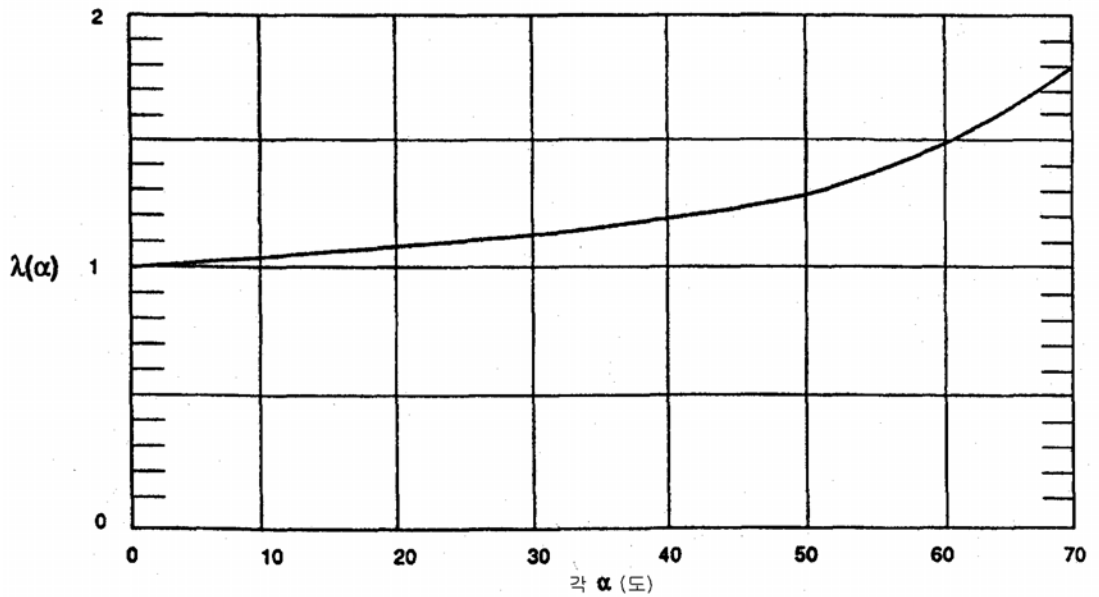


그림 A.5 - 편조선 차폐물에 대한 이심률 함수의 변화

#### A.2.4 테이프 감은 차폐물의 전달 임피던스

테이프 감은 차폐물의 전달 임피던스는 다음 식으로 표현된다:

$$Z_T = R_0 \left[ \frac{(1+j)\frac{T}{\sigma}}{\sinh\left[(1+j)\frac{T}{\sigma}\right]} + \left[ (1+j)\frac{T}{\sigma} \coth\left[(1+j)\frac{T}{\sigma}\right] + j\left(\frac{T}{\sigma_0}\right)^2 \frac{a}{T} \right] \tan^2 \alpha \right]$$

여기서

$R_0$  = 단위 길이당 직류 저항

$a$  = 차폐물의 반경

$T$  = 차폐물의 두께

$\delta$  = 차폐물의 표피 깊이

$\delta_0$  = 대등 비철 차폐물의 표피 깊이 ( $\mu_0, \sigma$ )

$\alpha$  = 나선각 ( $\tan \alpha = 2\pi N = 2\pi a \sin \alpha / W$ )

$W$  = 테이프의 폭

$N$  = 단위 길이당 권선의 수

단층 중복된 차폐물의 전달 임피던스는  $W$ 를  $W - W_{ov}$ 로 대체하여 얻는다. 여기서  $W_{ov}$ 는 중복 폭이다.  $T/\delta \ll 1$ 인 저주파에서, 중복 유형의 전달 임피던스는 비중복 유형보다 더 크지만, 고주파에서, 권선 사이의 정전용량이 인덕턴스를 줄이기 때문에  $Z_T$ 는 감소하기 시작한다.

## 부록 B

IEC 61000-5-6

전자파적합성(EMC) -

제5-6부: 설치 및 완화 지침 - 외부 전  
자파 완화

**전자파적합성(EMC) -**  
**제5-6부 : 설치 및 완화 지침 - 외부 전자파 영향의 완화**  
**Part 5-6: Installation and mitigation guidelines - Mitigation of**  
**external EM influences**

**머리말**

- 1) IEC(국제전기기술위원회)는 모든 국가 전기위원회(IEC 국가 위원회)를 포함하는 범세계적 표준 기구이다. IEC의 목표는 전기 및 전자 분야의 표준과 관련되는 모든 문제의 국제적인 통합을 증진하는 것이다. 이에 따라 IEC는 기타 다른 활동뿐만 아니라 국제 표준을 간행한다. 국제 표준에 관한 모든 준비사항은 기술위원회에 위임하기로 하며 IEC국가 위원회는 이 문제에 대한 제반 준비활동에 참여한다. IEC와 관련있는 국제 기구, 정부 및 비정부 단체 또한 준비활동에 참여한다. IEC는 두 조직 간의 계약에 의하여 결정된 조건에 따라 국제표준화기구(ISO)와 긴밀한 관계를 갖고 협조한다.
- 2) 각 기술위원회는 모든 관련 국가 위원회에 대표자를 두므로 기술적 문제에 관한 IEC의 형식적 결정 및 합의는 국제적으로 그 의견이 일치하는 것이다.
- 3) 발행된 문서는 국제적 사용에 대한 권장사항의 형식에 따라 표준양식, 기술보고서와 지침서 양식에 따라 간행되며 국제 위원회는 이를 수락한다.
- 4) 국제적인 통일을 증진하기 위하여, IEC국가 위원회는 IEC국제 표준을 국가 및 지역 표준에 최대한으로 적용하기 위한 작업에 착수하였다. IEC표준과 국가 또는 지역 표준에 해당하는 표준 간에 조금이라도 차이가 있을 경우 명확하게 문서상에 나타내야 한다.
- 5) IEC는 인증을 표시하기 위한 일체의 표시 절차를 제공하지 않으며 임

의의 장비가 해당 표준 중 하나에 일치하는 것으로 선언되었음에 대한 책임을 질 수 없다.

- 6) 본 국제 표준의 구성요소 중 특허권에 관한 내용이 일부 있을 수 있다는 것에 주의해야 한다. IEC는 이러한 모든 특허권을 확인해야 할 책임을 지지 않는다.

IEC 기술위원회의 주 임무는 국제 표준을 작성하는 것이다. 그러나, 기술 위원회는 일반적으로 국제 표준으로 간행된 것과 다른 유형의 데이터(예: 기술 상태)를 수집한 경우 기술보고서 간행을 제안할 수 있다.

기술보고서는, 그 보고서 안에 제공되어 있는 자료가 유지팀(maintenance team)에 의해 더 이상 유효하지 않거나 쓸모없는 것으로 판단될 때까지는 반드시 검토하지 않아도 된다.

국제 표준 IEC61000-5-6은 IEC기술위원회 77: 전자파적합성(Electromagnetic compatibility)의 소위원회 77C: 고전력 과도현상(High power transient phenomena)에서 작성하였다. 이것이 바로 IEC Guide 107에 따른 기본 EMC 간행물의 위치이다.

이 기술보고서의 내용은 다음 문서를 기반으로 한다:

질의안	투표 보고서
77C/110/CDV	77C/122/RVC

이 기술보고서의 승인을 위한 투표에 대한 모든 정보는 상기 표에 제시된 투표 보고서(report on voting)에서 찾아볼 수 있다.

이 문서는 순전히 정보제공을 목적으로 하는 것이므로, 따라서 국제 표준으로 간주되지 않는다.

해당 위원회는 2007년까지 이 간행물의 내용을 바꾸지 않은 채로 유지할

것을 결정하였다. 이 때, 간행물은 다음과 같이 될 것이다:

- 재확인
- 철회
- 개정판으로 교체 또는
- 수정.

이 기술보고서의 2개국어 버전이 향후에 간행될 수도 있다.



## 서론

IEC61000은 다음 구조에 따라 개별 부로 간행되었다:

### 제 1 부: 일반

일반 고려사항(서론, 기본 원리)  
정의, 용어

### 제 2 부: 환경

환경 설명  
환경 분류  
적합성 레벨

### 제 3 부: 한계치

방출 한계치  
내성 한계치(단 제품 위원회의 책임에 따라 내성 한계치가 떨어지지 않는다 고 가정했을 때의 값)

### 제 4 부: 시험 및 측정 기법

측정 기법  
시험 기법

### 제 5 부: 설치 및 완화 지침

설치 지침  
완화 방법 및 장치

### 제 6 부: 일반 표준

### 제 9 부: 기타

각 부는 다시 여러 개의 부로 세분화되어, 국제표준이나 기술 규격 또는

기술보고서로 간행되는데 이중 일부는 이미 절(section)로써 간행이 되어 있다. 나머지 일부는 대쉬 그리고 세분화를 의미하는 두 번째 숫자가 붙는 부 번호(예: 61000-6-1)가 매겨져 간행될 것이다.

IEC 61000의 본 부에서는 외부 전자파 영향의 완화에 대한 지침을 제시해 준다.

**전자파적합성(EMC) -**  
**제5-6부 : 설치 및 완화 지침 - 외부 전자파 영향의 완화**  
**Part 5-6: Installation and mitigation guidelines - Mitigation of**  
**external EM influences**

**1. 적용범위 및 일반 고려사항**

**1.1 적용범위**

IEC 61000의 이 부는 전기 전자 장치나 시스템 사이에 전자파 적합성(EMC)을 보장하기 위한 목적으로, 시설에 미치는 외부 전자파 영향의 완화를 위한 지침을 다룬다. 이러한 영향에는 낙뢰, RF 송신기, 전력선, 통신 과도현상, HEMP와 기타 고전력 전자파 과도현상이 있다. 특히, 이 기술보고서는 복사 방해에 대한 차폐 및 스크리닝 기구, 그리고 전도 방해의 완화를 다룬다. 이 기구에는 산업용, 상업용, 주거용 설비에 적합한 전자파 장벽이 포함된다.

잠재적으로 침투하는 불요 전자파 잡음을 완화하기 위해 설치한 장벽의 개념은 설계된 전자파 차폐물이 없는 경우라도 적용할 수 있다. 전원 케이블과 신호(통신, 제어 등) 케이블이 들어가거나 나와야 하는 엔클로저는 어느 정도의 보호를 제공하는 잠재적인 전자파 장벽으로 간주할 수 있다. 엔클로저의 개념은 엔클로저로 들어가는 모든 전자파 침투 지점에 보호수단이 설치되어 있는, 건물의 주위 벽, 단일 공간의 벽면, 또는 장치의 외장으로 이해할 수 있다.

이 기술보고서는 감응성 전기 전자 설비나 시스템의 제조자 및 사용자, 전자파 환경을 전반적으로 저하시킬 수 있는 방출 레벨을 가진 장비의 제조자, 사용자가 사용하도록 작성되었다. 이 보고서는 주로 신규 설비에 적용되지만, 경제적으로 가능한 경우에는 기존 설비를 확대하고 수정하는

데도 적용될 수 있다. 해당 기술적 원리는 개별 장비나 장치에 적용할 수 있지만, 이 기술보고서의 적용범위에는 이러한 적용이 포함되지 않는다.

## 1.2 일반 고려사항

### 1.2.1 기본적인 장해 제어

가장 간단한 형태로, 장해 문제는 장해 발생원, 희생대상(victim), 그리고 이 둘의 매질로 구성된다. 장해 제어는 교란 발생원을 억제하고, 희생대상을 강화하고, 또는 매질을 통해 발생원-희생대상의 상호작용을 지연시키는 것으로 구성된다. 발생원을 제어할 수 없을 때(예를 들면, 낙뢰, 휴대형 송신기, HEMP 등), 그리고 희생대상의 고유 강도가 다른 고려사항(예를 들면, 회로 밀도와 동작 전력)에 의해 규정될 때, 장해 제어는 개입된 매질로 넘어간다. 또한, 희생대상 보호를 중점으로 하는 장해 제어의 경우, 제어 수단은(시스템 또는 하위 시스템 수준에서) 감응성 회로에 가깝게 적용하는 경향이 있다.

이들 사이의 분리를 증가시키고, 어떤 것을 차폐물에 둘러싸이게 하고, 또는 이들을 직교시키면(예를 들어, 차동 모드 신호선에서 공통 모드 장해를 제거하는 것) 발생원과 희생대상 사이의 상호작용이 줄어들게 된다. 세 가지 기법을 모두 조합하여 발생원과 희생대상 사이에 밀폐된 전자과장벽을 형성할 수 있다. 발생원이 시스템 외부에 있는 경우, 이 장벽은 시스템 수준에서 적용할 수 있다. 발생원이 시스템 내부에 있는 경우, 전자과적합성은 두 개의 장벽을 필요로 한다. 하나는 방출을 제어하기 위해 발생원에, 다른 하나는 감응성을 제어하기 위해 희생대상에 있어야 한다. 이 개념이 그림 1에 설명되어 있다. 이 기술보고서에서는 시스템 외부의 발생원을 집중적으로 다룰 것이다.

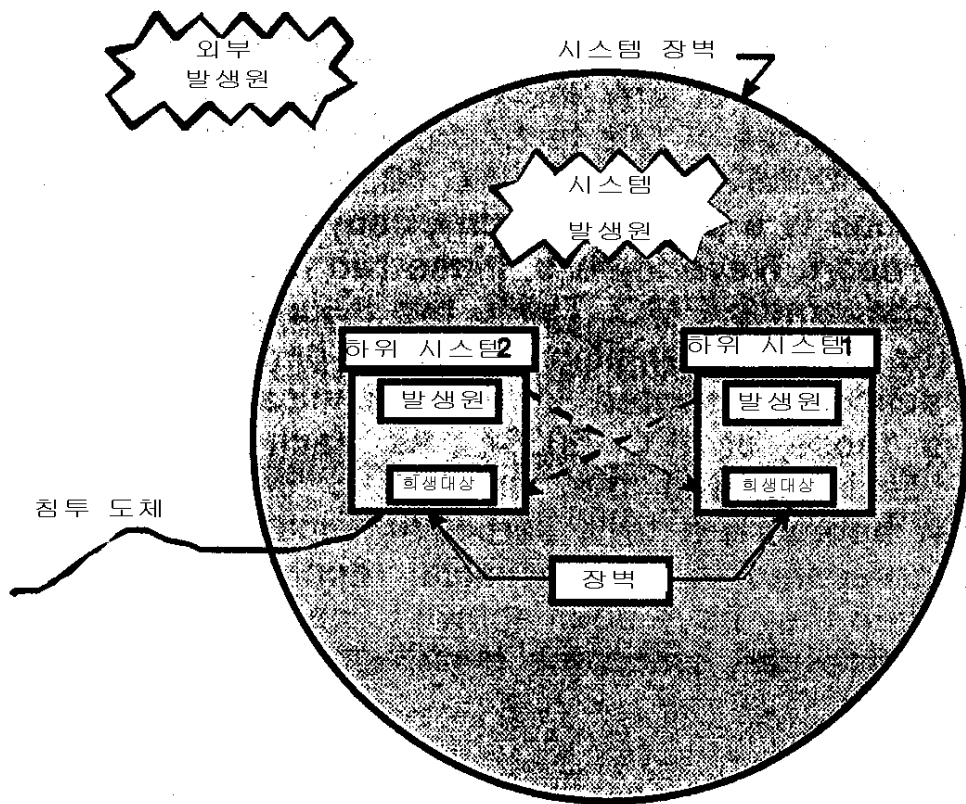


그림 1 - 시스템 장벽의 형태

### 1.2.2 차폐물과 경계면

차폐물은 내부 회로에서 외부로 장애의 복사를 제한하기 위해, 외부 환경에서 내부 전자 회로로 또는 그 반대의 경우로 복사 전자파 장애의 직접 결합을 감소시켜, 설비의 전자파 적합성(EMC)에 기여하기 위해 사용한다. 이 문서에서 고려하는 차폐물은 전자파적으로 폐쇄된 구조물이다. 전자파적으로 개방된 구조물의 형태는 전체적으로 순응하는 설비를 얻고자 할 때는 권고되지 않는다. 구조물 차폐 응용의 일부 예에는 다음이 포함된다

- 중계국, 다목적 무선 설비 같은 통신 시설
- TV 및 방송 스튜디오
- 시험실 및 실험실(통신, 계측, 고전압 공학)
- 교육 제도의 계측 시설
- 의료시설의 진단실 및 치료실
- 기업의 컴퓨터실.

경계면 보호 장치는 어떤 환경에서 내부 전자장치로 그리고 그 반대로 들어가는 전도 전자파 장애의 전파를 완화시키고, 내부 전자장치로부터 특정 환경으로 장애가 방출되는 것을 제한하기 위해 사용한다. 즉, 양방향 보호 장치를 사용한다고 가정한다. 따라서, 차폐물과 함께 설치한 경우, 이 장치들은 설비의 전자파 적합성을 획득하는데 기여한다. 이 기술보고서에서 논의할 보호 장치에는 필터, 감결합 장치, 서지 보호 장치(SPD)가 포함된다.

이 문서에서 다루는 필터는 설비의 일부인 고주파 장애용 저전압 수동 회로로 제한된다. 개별 장치에 통합된 필터와 기타 경계면 장치는 이 문서의 적용범위에 포함되지 않는다. 전원선 고조파를 완화하기 위해 사용하는 저주파 필터도 이 문서의 적용범위에 포함되지 않는다.

전체 설비에는 올바르게 차폐된, 차폐 케이블이 있는 여러 개의 캐비닛의 상호연결이 포함될 수 있다. 그러나, 이러한 케이블의 선택과 케이블 스크린의 올바른 접합은 이 문서 적용범위에 포함되지 않으며, IEC 6100-5-2에서 논의하고 있다.

차폐물을 포함하여, 필터 및 기타 다른 완화 수단의 설치에 IEC 61000-5-2에서 설명한 대로, 올바르게 설계된 접지 시스템이 존재할 경우에 가능하다.

이 기술보고서에서 제시한 권고사항은 설비의 EMC 관련사항이다. 설비의 안전 측면이 가장 중요하지만, 이 기술보고서의 적용범위에는 포함되지 않는다. 안전 문제는 IEC 60364-1, IEC 60364-5-54, IEC

60364-5-548에서 참고할 수 있다. 설비 내에 전원을 효율적으로 전달하는 것도 설비의 중요한 기능이지만, 마찬가지로 이 기술보고서의 적용범위에는 포함되지 않는다. 그러나, 이 두 가지 중요한 목표는 EMC 관련 권고사항에서 고려되고 있다. 이 두 가지 목표는 이 보고서에서 제시한 권고 관행 및 IEC 60364와 같은 안전 요구사항을 적용함으로써 일체의 충돌없이 이미 설치되어 있는 감응성 장치나 시스템의 EMC 강화를 동시에 실현할 수 있다. 각 설비는 고유하기 때문에, 특정 설비에 가장 적합한 권고사항을 선택하는 일은 설계자와 설치자의 책임이다. 이 기술보고서에 제시된 권고사항들은 기존의 설치 관행을 배제하고자 하는 것이 아님을 인지해야 한다. 단 그 관행들이 만족스러운 것으로 증명된 경우에만 한한다. 해당 장비가 적용가능한 방출 및 내성 표준을 만족할 경우 특수 완화 방법은 필요하지 않을 수도 있다.

### 1.2.3 요약

1-3절은 본 문서에 적용할 수 있는 적용범위, 관련 문서, 정의에 관한 일반적인 정보를 제공한다.

4절은 적합한 경계면 보호 장치를 사용하여 설비를 설계할 때 EMC 개념을 적용하는 일반적인 접근법의 개요를 소개한다.

5절은 복사 방해의 결합을 완화시키고 각 방해 레벨 구역간의 경계를 만들기 위해 차폐물을 적용하는 방법을 설명한다.

6절은 차폐물이나 엔클로저로 들어가는 전원 케이블과 신호 케이블에 삽입할 수 있는 경계면 보호 장치로서 필터를 적용하는 방법을 설명한다.

7절은 차폐물이나 엔클로저로 들어가는 전원 케이블에 삽입할 수 있거나 신호 케이블에 적용할 수 있는 경계면 보호 장치로서 감결합 장치를 적용하는 방법을 설명한다.

8절은 차폐물이나 엔클로저로 들어가는 전원 케이블이나 신호 케이블에 삽입할 수 있는 경계면 보호 장치로서 SPD를 적용하는 방법을 설명한다.

이 기술보고서에서는 이러한 완화 수단의 내부 설계를 상세하게 논의하지 않는다. 그러나, 적합한 수단을 선택하고 효과적인 방법으로 이들을 설치하려면 기본 특성에 대한 약간의 지식과 전자파 교란 환경에 대한 약간의 정보가 필요하다.

## 2. 관련 문서

IEC 60050(161), International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility

IEC 60050(195), International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 195: Earthing and protection against electric shock

IEC 60050(300), International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 312: General terms relating to electrical measurements

IEC 60335-1, Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements

IEC 60364-1, Electrical installations of buildings – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions

IEC 60364-5-54, Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors

IEC 60364-5-54, Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors



Earthing arrangements and equipotential bonding for information technology installations

IEC 60939-1, Complete filter units for radio frequency suppression – Part 1: Generic specification

IEC 60939-1, Complete filter units for radio frequency suppression – Part 2: Sectional specification, Selection of methods for test and general requirements

IEC/TR2 61000-2-5, Electromagnetic compatibility – Part 2: Environment – Section 5: Classification of electromagnetic environments. Basic EMC publication

IEC 61000-2-11, Electromagnetic compatibility – Part 2-11: Environment – Classification of HEMP environments

IEC 61000-4-4, Electromagnetic compatibility(EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test. Basic EMC publication

IEC 61000-4-5, Electromagnetic compatibility(EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test

IEC 61000-4-12, Electromagnetic compatibility(EMC) – Part 4-12: Testing and measurement techniques – Oscillatory waves immunity test

IEC/TR 61000-5-1, Electromagnetic compatibility(EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 1: General considerations. Basic EMC publication

IEC/TR 61000-5-2, Electromagnetic compatibility(EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling

IEC/TR 61000-5-3, Electromagnetic compatibility(EMC) – Part 5-3: Installation and mitigation guidelines – HEMP protection concepts

IEC/TR 61000-5-4, Electromagnetic compatibility(EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 4: Immunity to HEMP – Specifications for protective devices against HEMP radiated disturbance, Basic EMC publication

IEC 61000-5-5, Electromagnetic compatibility(EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 5: Specification of protective devices for HEMP conducted disturbance. Basic EMC publication

IEC 61000-5-7, Electromagnetic compatibility(EMC) – Part 5-7: Installation and mitigation guidelines – Degrees of protection provided by enclosures against electromagnetic disturbances (EM code)

IEC 61024-1, Protection of structures against lightning – Part 1: General principles

IEC 61312-1, Protection against lightning electromagnetic impulse (LEMP) – Part 1 – General principles

IEC 61312-2, Protection against lightning electromagnetic impulse (LEMP) – Part 2: Shielding of structures, bonding inside structures and earthing

IEC 61312-3, Protection against lightning electromagnetic impulse (LEMP) – Part 3: Requirements of surge protective devices (SPD)

IEC 61312-4, Protection against lightning electromagnetic impulse (LEMP) – Part 4: Protection of equipment in existing structures

IEC/TR 62066, General basic information regarding surge overvoltages and surge protection in low-voltage a.c. power systems<sup>2)</sup>

CISPR 17, Methods of measurement of the suppression characteristics of passive radio interference filters and suppression components

### 3. 용어, 정의 및 두문자어

이 기술보고서에서는 다음의 정의와 함께 IEC 60050(161)의 정의를 적용한다.

#### 3.1 설비(apparatus)

최종 사용자를 위해 그리고 하나의 상업적 품목으로 시장에 출시하기 위해 고안된 고유 기능을 갖는 장치(또는 장비)의 완성된 조합.

#### 3.2 감쇠(attenuation)

어떤 장치나 시스템에서 동일한 종류의 입력값 대 출력값의 비율 비교 – 이 비율이 1 미만이면, 대개 역이득으로 대체된다.

[IEV 312-06-06]

#### 3.3 장치(device)

특정한 기능을 가지며, 장비, 설비, 또는 시스템의 일부를 구성하는 부품

---

2) 간행 예정

의 조합

비고 - 예를 들어, 온도조절기, 계전기, 푸시버튼, 스위치, 접촉기.

### 3.4: (국소) 지면((local) earth)

접지 전극과 전기적으로 접촉하고 있는 지면의 일부. 전위가 반드시 0일 필요는 없다.

### 3.5 접지하다((earth), ground(US))

시스템에서, 설비에서, 장비 및 국소 지면에서 특정 지점을 전기적으로 연결하는 것

비고 - 국소 접지에 대한 연결은

- 의도적, 또는

- 비의도적 또는 우연일 수 있으며

영구적이거나 일시적일 수 있다

[IEC 195-01-08]

### 3.6 접지 전극((earth electrode), ground electrode(US))

지면과 전기적으로 접촉하면서, 특정한 전도성 매질(예: 콘크리트 또는 코크스)에 끼워넣을 수 있는 전도성 부품.

[IEV 195-02-01]

### 3.7 접지 기구(earth)

시스템, 설비 및 장비의 접지에 관련된 모든 전기적 연결 및 장치. 어떤 시스템, 설비 및 장비의 접지를 실행하는 접지 전극을 포함하여, 전기 회로나 그 일부.

### 3.8 전자파 적합성(electromagnetic compatibility - EMC)

장비나 시스템이 해당 환경에서 전자파 교란을 유도하지 않으면서 전자파 환경에서 만족스럽게 기능할 수 있는 능력.

[IEV 161-01-07]

### 3.9 전자파 교란(electromagnetic disturbance)

장치, 장비나 시스템의 성능을 저하시킬 수 있거나 또는 활성 또는 비활

성 물질에 악영향을 미칠 수 있는 전자파 현상.

비고 - 전자파 교란은 전자파 잡음, 불요 신호, 전파 매질 자체의 변화가 될 수 있다.

### **3.10 전자파 장애(electromagnetic interference - EMI)**

전자파 교란으로 인해 유발된 장비, 전송 채널, 시스템의 성능 저하 [IEV 161-01-06]

### **3.11 장비(equipment)**

설비, 기기, 시스템 등에 대한 일반적인 용어.

비고 - 현재 문서에서는, 용어 “장비”의 집합적(복수) 특성과 개별 “장비의 일부분”을 구별하기 위해, 하나의 개수를 의미할 때는 용어 “설비”를 사용한다.

### **3.12 등전위 접합(equipotential bonding)**

등전위성을 얻기 위해, 전도성 부품 사이에 전기적 연결을 제공하는 것.

### **3.13 시설(facility)**

특정 기능을 수행하거나 특정 목적을 달성하기 위해 건설되거나 설치된 (병원, 공장, 기계 등과 같은) 것.

### **3.14 필터(filter)**

복수의 주파수 대역 내의 모든 주파수에서는 감쇠가 낮고, 다른 모든 주파수에서는 감쇠가 높은 신호를 전송하는 2포트 회로망.

### **3.15 HEMP**

고지전자파펄스

### **3.16 설비(installation)**

특정한 목적을 이행하기 위해 해당 장소에 함께 놓지만 하나의 단일 기능

단위로서 사용할 목적이 아닌 설비나 시스템의 결합된 여러 품목.

### 3.17 최대 연속 동작 전압(maximum continuous operating voltage)

SPD 보호 모드에 연속적으로 인가할 수 있는 최대 전압 (정격 전압과 동일).

### 3.18 잉여 전압(전류)(residual voltage(current))

입력 단자에 표준 스트레스를 가하는 동안, SPD 또는 필터의 출력 단자에 나타나는 전압(전류)의 피크값.

### 3.19 차폐물(screen)(shield)

전기장, 자기장, 또는 전자기장이 특정 지역으로 침투하는 것을 줄이거나 전기 회로를 분리하는 장치. 차폐물은 기계적 장벽이 필요할 때 사용한다.

### 3.20 차폐(screening)(shielding)

양호한 전기 도체가 제공하는 전기장이나 자기장의 크기를 줄이는 행위.

### 3.21 차폐 엔클로저, 차폐실(shielded enclosure)(screened room)

내부 환경과 외부 환경을 전자파적으로 분리하기 위해 설계된 망사형 또는 판금형 금속 외장 [IEV 161-04-37]

### 3.22 차폐 효과, EMC(shielding effectiveness, EMC)

특정한 외부 발생원에 대해, 해당 차폐물의 배치 전과 후에 특정 점에서 전기장 또는 자기장의 세기의 비율.

### 3.23 서지 보호 장치(surge protective device - SPD)

과도 과전압을 제한하고 서지 전류를 전환하기 위한 장치. 서지 전압을 제한하고 서지 전류를 전환시키는 비선형 부품이 최소한 하나 포함된다.

### 3.24 시스템(system)

특정한 목적을 이루기 위해 결합된 설비의 여러 품목.

## 두문자어

EM	전자파
EMC	전자파 적합성
EMI	전자파 장애
HEMP	고도 전자기파
RF	무선 주파수
SE	차폐 효과
SPD	서지 보호 장치
UPS	무정전 전원공급장치

## 4. 복사 및 전도 방해의 완화

### 4.1 형태적 개념

실제적인 문제로서, 보호 대상 시스템은 전자파 차폐물의 엔클로저에 침투하여 차폐물(개구부)의 결함을 유발하는 전도성 및 비전도성 (복사) 경로를 통해 외부 세계와 통신할 필요가 있다. 또한, 입구 및 출구에, 그리고 시스템 운영자뿐만 아니라 내부 장비(전자기기, 물, 공기, 하수구 등)에 내부적으로 제어된 환경을 제공하기 위해 다른 침투가 유발될 수 있다. 따라서, 개념적으로는 간단한 문제가 전자파적으로 매우 복잡하게 될 수 있다. 형태적 제어 개념은 시스템의 고유 전자파 복잡성을 설명하기 위해 도입되었다. 이 개념은 시스템의 전자파 결함 문제를 단순화하고 전자파 장애 제어를 구현하기 위해 적용할 수 있다.

그림 2에는, 외부 표면으로 둘러싸인 체적에 밀폐된, 일반화된 간단한 시스템 형태가 나타나 있다. 외부 표면은 일반적인 재료(콘크리트, 벽돌, 철근, 금속 등)로 조립할 수 있으며, 도어, 창문, 심, 전기선, 배관 등과 같은 전도성 및 비전도성 침투물에 의해 침투된다. 전자 장비는 서로 다른 격실이나 공간에 놓을 수 있다. 이 장비는 대개 배선 하니스나 케이블로 연결된다. 환경 제어 장비와 덕트는 장비 공간을 연결할 수도 있다. 이

도체는 엔클로저로 들어가고 나가는 전자와 에너지에 대해 경로를 제공한다.



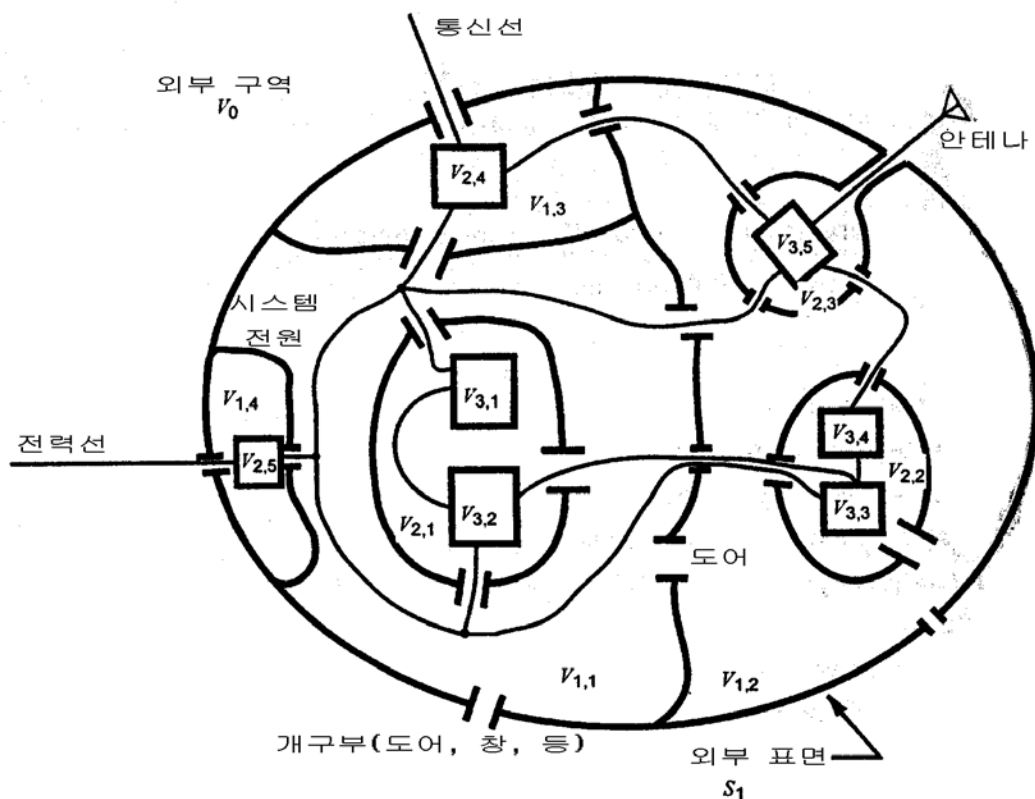


그림 2 - 일반화된 시스템 형태

모든 전기기기, 시스템, 설비는 다양한 주파수에서 설비에 연결된 도체를 통해 전달되는 에너지를 생성하거나 활용한다. 이 에너지는 다른 장비에 장애를 일으킬 수 있다. 외부 전자파 환경으로부터 시설을 보호하거나 내부 장비 동작으로 인해 생성된 전자파 교란의 복사를 막을 수 있는 차폐가 필요할 수 있다.

1) 시스템을 설명하기 위해, 2) 장비를 보호하기 위한 일관적인 접근법을 고안하기 위해 공식적인 형태적 접근법을 사용할 수 있다. 시스템을 더 작고 더 세분화하기 쉬운 부분으로 분해하기 위한 공식적인 접근법이 가능하다. 그림 2에 제공된 표기법에 따라, 일반화된 시스템은 체적과 표면으로

로 분할된다. 외부 영역이나 체적은  $V_0$ 로 표기하고 내부 체적이나 층은  $V_{j,k}$ 로 표기한다. 여기서 첫 번째 아래첨자는 (외부에서 내부로) 가로지르는 표면을 나타내고 두 번째 아래첨자는 (j번째) 표면 내의 체적을 나타낸다. 형태적 접근법은 특정 시스템에서 각종 표면과 체적을 식별하는데 도움이 되며, 시스템의 전자파 차폐물을 설명하는데 유용하다. 이 표기법은 향후 분석에 사용할 수 있다. 예를 들어, 그림 2에서, 체적 2의 표면은 체적 1과 체적 3의 경계에서 서로 다른 특성을 가질 수 있다. 이 접근법은 모든 표면에서 모든 침투 평가를 설명하는데도 도움이 된다.

## 4.2 완화의 필요성

설비와 그 환경 사이에서 EMC를 얻지 못했다면 완화를 해야 한다. 그러나, EMC를 얻었다면 더 이상의 완화는 필요하지 않다. 완화는 발생원과 희생대상 사이에 장벽을 놓으면 가능하다. 전도 방해의 경우, 이 장벽은 일반적으로 SPD와 필터 또는 기타 감결합 장치를 조합한 것이며, 복사 방해의 경우에는 차폐물과 필터가 될 수 있다. 그 감쇠는 해당하는 주파수 범위에서 차폐물의 것과 양립할 수 있다.

장벽이 제공하는 감쇠는 해당 필요성에 적합해야 한다. 즉, 해당 방해에 대한 장치의 교란 레벨과 내성 레벨간의 차와 최소한 동일해야 한다. 검증을 하려면, 대부분 교란을 시뮬레이션하고, 설비의 내성을 표준과 비교한다. 따라서, 감쇠는 (예상하거나 측정한)교란 레벨과 실험실 시험에서 결정되거나 확립된 내성 레벨을 참조하여 결정된 내성 레벨간의 차에 해당한다.

교란 레벨과 내성 레벨의 불확도에 따라, 마진을 고려해야 하고, 기본 감쇠에 추가해야 한다. 이 마진은 일반적으로 장비의 중요도에 의존한다. 해당 EMC 요구사항을 충족하는 장비의 저위험 산업 응용에서는 대부분 추가 완화는 필요하지 않다.

## 4.3 엔클로저의 일반 개념

IEC 61000-5-1에서 논의한 대로, 엔클로저의 개념을 시설의 경계로 확장하는 것이 유용하다. 엔클로저는 전체 건물, 공간, 랙, 단일 캐비닛으로, 개념을 확장해 보면 개별 설비 또는 설비의 회로 기관으로 생각할 수 있다. 이 시설은 그림 3과 같이 “포트”에 의해 환경과 접하고 있다. 포트 개념은 IEC 61000-5-1에서 추가로 논의한다.

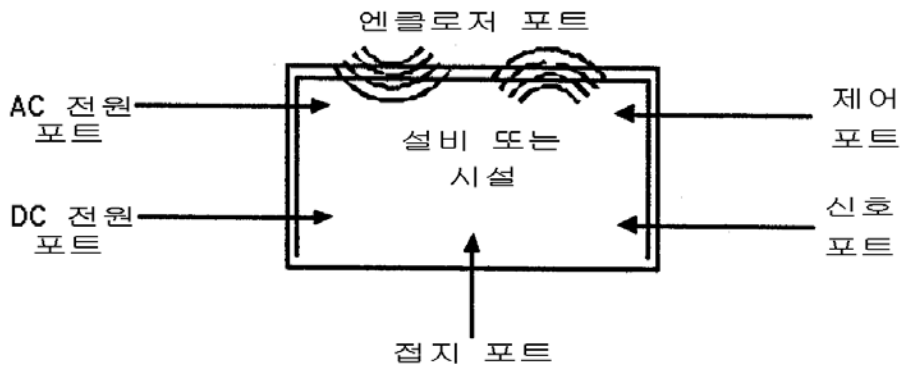


그림 3 - 설비 또는 시설의 포트

이 기술보고서의 범위는 시설 내에 전기 설비의 구현과 관련된 관행으로 제한된다. 이 활동에는 시스템의 기능성 소자의 선택과 관련 상호연결이 포함된다. 또한, 외부 센서, 액추에이터, 통신망 및 전원공급장치와의 상호연결도 포함된다.

#### 4.4 엔클로저 경계에서 상호작용

엔클로저 경계에서의 상호작용에는 두 가지 전달 방향이 포함된다:

- 엔클로저로 들어갈 수 있는, 환경에서 유발된 교란
- 엔클로저에서 나갈 수 있는, 엔클로저 내에서 발생된 교란
- 복사 방해에 대해 회로를 주로 보호하기 위해 제공된 차폐물. 이 차폐물은 회로에서 복사 방해의 방출을 제한하기도 한다.
- 마찬가지로, 특정 유형의 전도 방해의 침투를 완화하기 위해 설치된 필터. 이 필터는 그 효과가 양방향일지라도 동일한 유형의 교란 방해의 방출을 제한하기도 한다.

이 기술보고서는 필터, 감결합 장치, 과전압 보호장치를 사용하여 엔클로

저 경계 양단의 전도 방해 전달을 차폐하고 제한하여 복사 방해를 제한하는 설비 관행에 대한 기본 개념을 제시한다.

## 5. 차폐

### 5.1 일반사항

건물, 공간, 격실, 캐비닛, 랙 샤시, 장비의 전자파 차폐는 복사 방해에 노출된 장비에 대해 EMC를 보장할 수 있다. 각 구역 내에서 EMC 한계치에 대한 지침으로 IEC 61000-2-5를 이용할 수 있으며, 각 구역 내에서 HEMP 한계치를 전개하기 위한 지침으로 IEC 61000-2-11과 IEC 61000-5-3을 이용할 수 있다. 반대로, 장비에서 방출된 복사 방해는 적합한 차폐 엔클로저에서 이를 둘러싸으로써 환경을 “오염”시키지 않을 수 있다(그림 4). 저주파 전기장은 완화하기가 비교적 쉽다. 저주파 자기장은 차폐하기가 더 어렵고 벽면 두께가 크고 투자율이 높은 차폐물을 포함한다. IEC 61000-5-7은 희망 보호 레벨이 일단 파악되면 장비 엔클로저에 대한 보호 레벨을 부여하는데 이용할 수 있다.

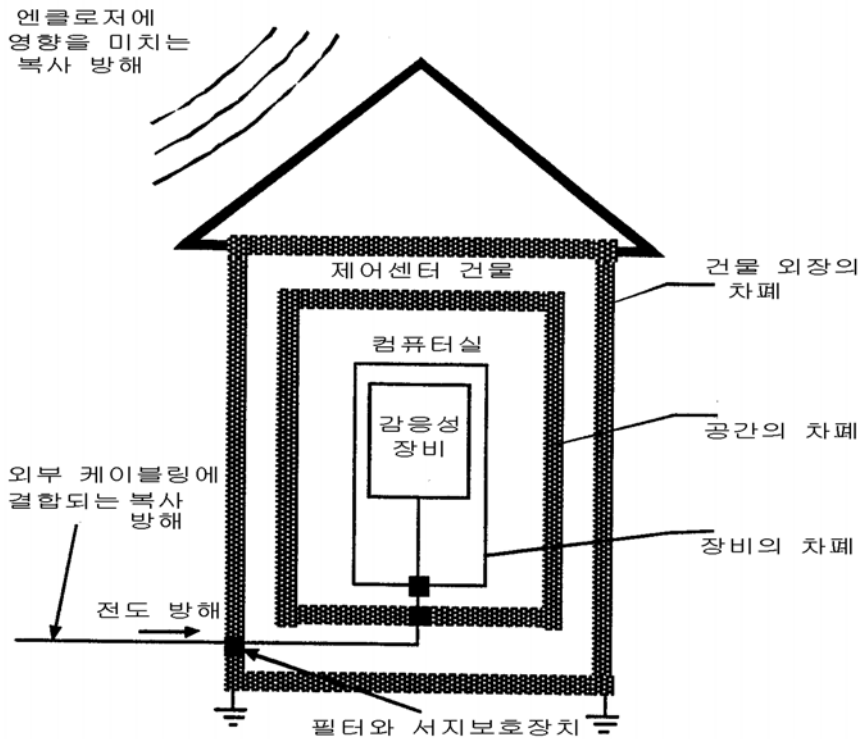


그림 4 - 침투 지점에서 경계면이 있는 차폐물의 형태적 개념

적합한 침투 보호가 있는 공간과 캐비닛의 차폐는 복사 전자파 교란의 영향을 제한하는데 사용할 수 있는 몇 가지 작용 중 하나에 불과하다. 예를 들어, 이미터와 희생대상 간의 거리를 적합하게 유지하는 것은 복사 방해를 완화시키는 비교적 효과적인 수단이다. 만족스러운 결과를 얻으려면 다음과 같은 기타 다른 조치를 취하도록 한다

- 올바른 케이블링 및 배선을 선택한다(케이블이나 와이어 위에 스크린 재킷을 추가한다).
- 케이블 배치 및 관리에 신경 쓴다.
- 우수한 접지 및 접합 관행을 구현한다.
- 방출을 제한하고 내성을 증가시키는 장치를 사용한다.

이러한 실행에 관한 지침은, IEC 61000-5-1과 IEC 61000-5-2, 그리고 이 기술보고서의 다른 절을 참조하도록 한다.

- 6절
- 7절
- 8절

이 절의 목적은 설비의 차폐와 관련된 완화 방법에 사용되는 주요 기구를 제시하는 것이다. 즉,

- 완화 구역 개념의 도입 및 해당하는 차폐 엔클로저의 검토
- 일반 EMC 규정을 토대로, 개구부가 있는 외장에 대한 차폐 효과의 보존 지침
- 감응성 설비에서 전체 건물까지의 차폐 구현뿐만 아니라 불가피한 개구부/침투를 처리하는 방법에 대한 일반 정보.

## 5.2 보호 구역의 분류

적합한 완화 수단을 설계하고 적용하기 위해, 비보호 환경에서부터 감응성 장비의 강력한 보호에 이르기까지, 보호 구역의 계층구조를 고려하는 것이 도움이 된다. 이 기술보고서에서는 특별한 구역을 다음과 같이 정의한다:

- 구역 0 - 보호 없음
- 구역 1 - 강화 콘크리트 외벽으로 보호된 건물
- 구역 2 - 특수 재료로 차폐된 공간
- 구역 3 - 금속 재료나 금속 엔클로저로 차폐된 내부 장비
- 구역 4 - 특수 차폐 랙 안에서 밀폐된 감응성 설비.

그림 5는 보호 구역 0 ~ 4에 대한 분류 계층을 그림으로 표현한 것이다. 모든 장벽이 주어진 설비에 다 존재하는 것은 아니라는 사실에 유의한다.



임의적인 방법으로 구역을 선택할 수 있다.

#### 5.2.1 구역 1 – 건물 차폐물

구역 1은 콘크리트 외벽에 용접된 철근을 포함하는 건물에 적용된다. 철근은 가능한 한 많은 용접으로 우선적으로 연결해야 한다. 따라서 철근은 우수한 접지 구조물을 형성한다. 철근을 연결하여 우수한 전기적 접합을 항상 만들 수 있는 것이 아니라는 사실에 유의한다. 이러한 상황에서, 철근이 적합한 차폐물을 나타내지 않을 수도 있다. 중요한 첫 번째 대책은 접지와 전도성 연결이 된 낙뢰 도체를 설계하여 구현하는 것이다. 전도성 침투는 적합한 제한(서지 보호 장치)과 필터링으로 보호해야 한다.

#### 5.2.2 구역 2 – 공간 차폐물

구역 2는 보호 수단이 있는 실내 시설에 적용한다. 이 경우에, 차폐물은 연속적으로 연결된 (용접된) 판금 벽이나 금속 표면이 있는 벽으로 구성될 때 효과적이다. 볼트로 체결하거나 다른 방법으로 연결된 벽은 차폐 효과가 저하될 수 있다. 적합한 제한(서지 보호 장치)과 필터링으로 과전압에 대해 침투 리드선을 보호해야 한다.

#### 5.2.3 구역 3 – 장비 차폐물

구역 3은 개별 설비가 금속 캐비닛이나 금속 엔클로저로 보호되는 경우에 적용된다. 접지는 접지 기구까지 짧은 리드선으로 연결한다. 전도성 침투는 적합한 제한(서지 보호 장치)과 필터링으로 보호해야 한다.

#### 5.2.4 구역 4 - 설비 차폐물

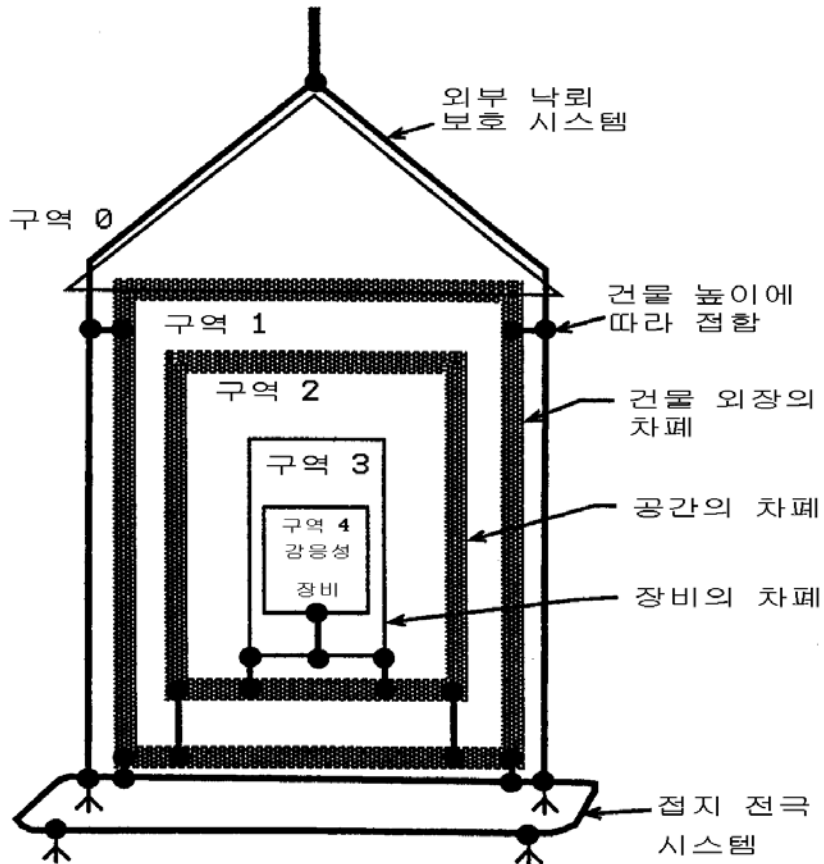


그림 5 - 차폐 및 접지 시스템의 보호 구역

구역 4는 개별 설비 레벨에 적용되며, 이 기술보고서의 적용범위는 아니지만, 설비 제조자에게는 책임이 있다. 이 구역은 추가 보호가 필요할 수 있는 고도 감응성 장비를 포함할 수도 있다.

#### 5.3 차폐 설계 원리

### 5.3.1 일반사항

이 절에서 제시하는 설계 원리가 특정 설비의 세부 설계에 대한 포괄적인 지침 역할을 하는 것은 아니다. 오히려, 제안된 설비에 대한 유용한 검사 (check)의 역할을 할 수 있는 설계 고려사항의 개요로 제공된다. 효과적인 차폐 기법을 제공하려면 설비의 세부사항을 고려한 전문가에 의한 설계가 필요하다. 서로 다른 재료를 적용하여, 전자기장의 전체 교란 스펙트럼에 대해 양호한 차폐 효과를 얻는 것은 가능하다. 다음의 재료와 시공으로 차폐를 제공할 수 있다:

- 금속성 엔클로저 또는 캐비닛
- 연속적인 금속 벽면이 있는 공간
- 벽 내부에 고정된 또는 용접된 철 매트, 그리드, 판금
- 금속성 철망 또는 망사형 차폐물
- 금속성 또는 금속 편물
- 금속박
- 판금 (구리나 알루미늄 또는 기타 우수한 전도성 금속)
- 표면이 손상되지 않고 모든 심 양단에서 접촉이 양호한 금속피막 플라스틱
- 철망이 (벽 차폐물에 연속적으로 접합된) 유리 또는 금속피막 유리에 용융된 창 유리.

저주파 전기장에 대한 차폐의 경우, 금속피막 플라스틱이 적합할 수 있다. 그러나, 저주파 자기장에 대한 차폐에는 두께, 전도율, 투자율이 충분한 금속 벽이 필요하다. 특히 저주파 자기장의 경우에는 벽면의 전기적 연속성이 보장되어야 한다.

### 5.3.2 차폐 효과

차폐 엔클로저의 효과는 많은 파라미터에 따라 달라질 수 있다. 이론적으로, 차폐 엔클로저는 10 GHz 이상의 주파수 범위에서 수 dB에서 100 dB 이상 감쇠되도록 설계할 수 있다. 그러나 실제로, 모든 유형의 침투를

갖는 엔클로저의 효과는 이러한 침투에 의해 감소되고 제한된다. 실질적으로, 경질 금속성 캐비닛이나 엔클로저의 차폐 효과는 다음의 요인에 의해 주로 결정된다:

- 교란 전류. 접지에 연결되어, 캐비닛의 외부 표면에서 또는 이 표면 위 폐쇄 루프에서 흘러야 한다.
- 침투 케이블의 설비. 우수한 성능을 위해, 캐비닛에 침투하는 모든 신호 케이블은 필터링/제한되어야 하며, 그 차폐물은 캐비닛에 직접 접지되어야 한다 (IEC 61000-5-2 참조).
- 엔클로저의 모든 부품 중 심의 전기적 길이는 가능한 한 작아야 한다. 충돌 교란 파장의 1/10보다 작은 것이 좋다(이 조건부 제한은 저주파 자기장에 적용할 수 없다).
- 구멍의 크기는 입사 파장에 비해 가능한 한 작아야 하며, 파이프에 연결되어야 한다(도파관 beyond cutoff). 이 주제는 5.4.6에서 논의한다.

### 5.3.3 차폐 효과의 유지

다음은 차폐 엔클로저가 올바르게 설치되어 있는지를 검사할 때 도움이 되는 간단한 규정이다.

a) 엔클로저로 들어가는 케이블에서 흐를 수 있는 모든 공통 모드 전류에 정확한 경로를 보장한다.

이 규정은 모든 케이블의 차폐물이 차폐 엔클로저 벽에 360도 연결되어야 한다는 것을 의미한다. 이 규정은 동축 케이블, 차폐 다중선 신호 케이블, 전원 케이블 같은 모든 케이블 유형에 적용된다. 동축 케이블에 의해 정확한 신호 전달이 필요하기 때문에, 벽면을 통해 엔클로저의 내부까지 차폐물을 연결할 수 있다.

어떤 이유로 360도 원주 접촉을 유지할 수 없다면, 엔클로저의 내부가 아닌 외부에서 케이블 차폐물과 벽면 사이에 가장 짧은 연결이 권고된다. 그러나, 이 연결 유형은 특히 고주파에서 차폐 엔클로저의 품질을 손상시킬 수 있다.

b) 금속성 물체를 통해 차폐 엔클로저 쪽으로 흐를 수 있는 모든 교란 전류에 정확한 경로를 보장한다.

이 규정은 예를 들어 에어 컨디셔너용 물이나 냉각액을 사용하는 금속성 배관에 적용된다. 마찬가지로, 배관과 벽면 사이의 360도 원주 접촉이 필요하다.

c) 가능하다면, 위의 a)와 b) 규정에서 언급한 모든 도체는 엔클로저의 큰 개구부와 떨어져, 단일 금속판을 통해 들어가야 한다.

차폐 엔클로저의 금속 벽은 모든 공통 모드 전류에 짧은 경로를 제공하며, 이 전류를 차폐 엔클로저 주위로 전환시킨다. 따라서, 교란에 대한 장벽 역할을 한다. 개구부는 접촉 스트립이 부착된 도어와 같이, 통상적으로 닫혀져야 한다. 경우에 따라, 이중 차폐물 도어를 사용할 수도 있다. 규정 c)는 도어가 가끔 열리더라도 약간의 보호를 제공해 줄 것이다. IEC 61000-5-2에서 논의한 EMC 캐비닛은 이 형태의 예이다.

d) 차폐물 엔클로저로 들어가는 신호 또는 전원의 대역폭을 특정한 신호에 필요한 최소로 제한한다. 필터를 사용하되, 이 필터를 벽면에 올바르게 부착하도록 한다.

특히, 필터를 부착하는 방법은 올바른 동작에 가장 큰 영향을 미친다. 올바르게 부착된 간단한 필터가 부정확하게 설치된 비싼 필터보다 더욱 우수하다(6절 참조).

또한, 대형 차폐실에서 전원 입력 케이블에는 감쇠가 필요하다. 접지된 차폐물 내에 중성 도체와 보호 접지가 있는 3상 전원 케이블은 접지 차

폐물이 규정 a)에서 규정한 대로, 금속 벽면에 원주방향으로 연결되면 올바르게 설치된다. 보호 접지와 중성 도체는 금속 벽면에 연결할 수도 있다.<sup>3)</sup>

e) 차동 모드 전압을 제한하기 위해 케이블에 과전압 보호를 적용할 경우, 규정 d)에서 언급한 필터는 SPD와 차폐 엔클로저 사이에 부착해야 한다.

전압 절환형 SPD(8.5.2 참조)는 동작할 때 새로운 고속 교란을 생성할 수 있다. SPD 아래쪽에 부착한 필터는 SPD 관련 교란이 차폐 엔클로저로 들어가기 전에 이를 감소시켜야 한다. 또한, SPD는 필터에 미치는 외부 과전압 영향을 제한하여, 필터를 비용효율적으로 선택할 수 있게 해야 한다.

f) 차폐 엔클로저의 모든 벽면은 단일 금속성, 전도가 양호한 표면을 형성한다는 것을 보장한다.

차폐 엔클로저의 각 부분은 심을 우선적으로 용접하여, 각 부분 전체에 걸쳐 상호연결되어야 한다. 볼트와 나사 같이 전도 심을 보장하는 기타 다른 양호한 방법도 허용되지만, 차폐 효과는 감소된다. 도료를 칠한 표면은 전류를 전환하여 이 전류가 심을 가로지를 때 차폐 효과를 제공한다. 도료를 제거하고 방식(corrosion protection)을 가하여 전도성을 유지해야 한다. 태핑나사, “pop-nail” 등과 같은 다른 조임 방법을 사용할 수도 있다.

g) 차폐 엔클로저의 모든 개구부는 주의하여 살펴야 한다.

다음의 개구부 유형이 해당될 수 있다:

– 개방된 심 같은 긴 슬릿

---

3) 특정 국가에서는 접지 시스템에 중성점을 다수 연결하는 것을 금지하고 있다. 이 경우에는 중성 도체에 필터가 필요하다.

- 큰 원형 구멍
- 큰 구멍과 동일한 개방 면적을 가진 여러 개의 작은 구멍
- 망사로 보호된 구멍
- 튜브 또는 튜브의 벌집 배열로 보호되는 구멍.

이러한 각종 개구부를 처리하는 자세한 방법은 5.4.6을 참조한다.

보호 계획을 구체적으로 구현하려면 설비의 장점/비용을 결정하는 위험 평가가 필요하다.

## 5.4 차폐의 구현

앞의 절에서, 시설에 미치는 외부 영향의 관점에서, 외부에서 시작하여 장비 쪽으로 진행되는 구역의 순서로, 차폐의 필요성을 설명하였으며, 이는 설비의 가장 중요한 부분이다. 시설이 일반적인 EMC를 위해 설계될 때, IEC 61000-5-1에서 규정한 대로, 전체 보호 계획을 이용하여, 외부에서 보호 설계를 시작하여 내부로 진행하는 것이 합리적이다.

HEMP 환경에서, 이 상황은 동일하며, IEC 61000-5-4는 차폐 레벨을 규정하는 방법에 대한 정보를 제공한다. 감응성 장비가 기존의 건물에 설치될 때, 필요한 것으로 판명된 차폐를 설비 레벨에서 시작하여 내부로 진행하는 것이 더 바람직하다. 기존의 건물에 차폐를 추가하는 것은 비용이 많이 들며, 보호 대상 장비의 가치에 따라 그 구현 방법이 달라질 것이다.

### 5.4.1 감응성 설비

감응성 부품을 포함하는 설비는 그 필요성에 따라 금속 케이지로 또는 금속피복 플라스틱 상자도 차폐할 수 있다. 설비의 정의에 따라, 즉 “단일 상업용 유닛으로 시장에 출시된 경우”에는, 설비 차폐는 설치자의 책임이 아닌 설비 제조자의 책임이 된다. 그러나, 보통의 환경에 맞게 설계된 대량생산된 소비자용 설비가 가혹한 환경에 설치된 경우에는, 설치자가 이 설비를 환경에 적응시켜야 한다.

#### 5.4.2 랙과 샤시의 차폐(구역 4/3 장벽)

금속성 랙과 샤시는 차폐 설계를 관리하는 공급자가 제공한다. 일반적인 차폐 관행에는 하나의 건물이 되는 많은 개별 전기 전자 건물 블록의 조립이 포함된다. 이 경우에, 금속성 엔클로저는 차폐 효과를 증가시킨다.



#### 5.4.3 캐비닛의 차폐(구역 3/2 장벽)

차폐 캐비닛은 전자기장이 30 V/m를 초과하여 아주 높은 경우에 사용한다. 이 캐비닛은 빠져나가는 복사 방해에 대해 보호를 해준다.

케이블 침투는 인입 케이블(전원 및 제어/신호 포트)에 설치된 특수 필터를 사용하여 보호할 수 있다. 이 필터는 캐비닛 벽면에 양호하게 접합 연결되어야 한다. 모든 금속 부품은 접지 시스템까지 최단 경로를 통해 고품질로 영구 연결하여 접합되어야 한다. 프레임과 랙의 처리가 가장 중요하다.

#### 5.4.4 공간의 차폐(구역 2/1 장벽)

낮은 전자파 주위 레벨이 필요하거나 또는 잠재적으로 손상을 입히는 방출이 포함되어야 하는 전자 측정을 위해, 고품질의 차폐실이나 차폐 엔클로저를 수년간 사용해오고 있다. 허용가능한 주위 레벨은 IEC 61000-2-5를 참조하도록 한다. 차폐실은 고전력 레이더 현장이나 산업용 RF 방출원 근처에서 작업하는 요원을 보호하고 의료기기, 생의학 기기 및 컴퓨터 같은 감응성 장비를 보호하는 것과 같이 비측정 용도로 확대되어 사용되고 있다.

공간 차폐물은 벽 표면에 설치된 철근, 그리드, 판금 같은 벽 내부의 망사형 도체로 구성될 수 있다. 그림 6은 침투 보호가 되는 연속적인 경질의 금속성 차폐물의 차폐 효과를 보여준다. 철근과 같은 불연속 도체가 제공하는 차폐는 그림 6에 나타난 것보다 훨씬 더 적을 것이다(표 1 참조). 모든 도어와 기타 다른 개구부(환기 개구부, 창 등)는 차폐 재료로 시공되어야 하며, 다른 차폐 재료에 비해 접합 스트랩이 짧아야 한다.

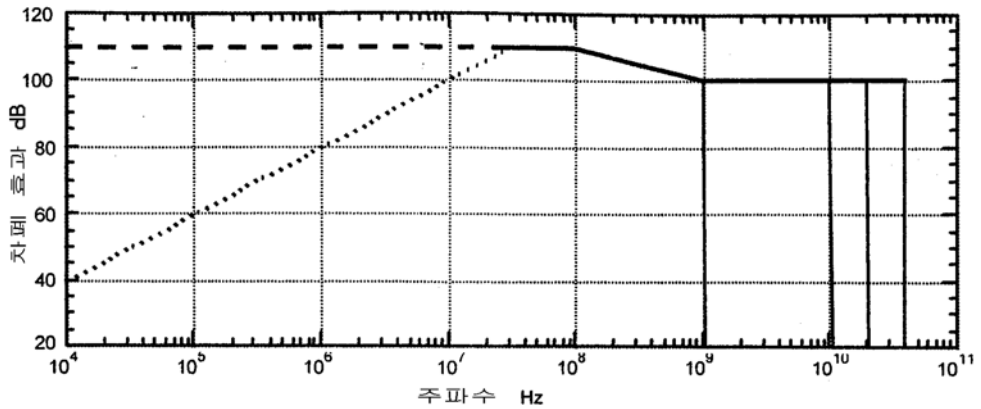


그림 6 - 고효율 차폐 엔클로저 성능의 예

#### 5.4.5 건물의 차폐(구역 1/0 장벽)

콘크리트 건물의 철근은 표 1의 실험 측정 결과로 알 수 있듯, EMC 장점의 관점에서 구현할 때 최대 20 dB의 제한된 차폐 효과를 제공할 수 있다. 건물이 강철 프레임 위에 강철판으로 구성되어 있다면, 시공시에 적용된 적합한 EMC 수단 (접합)은 비용효율적이라는 장점을 낼 수 있다.

표 1 - 20 ns 상승시간 펄스(20 MHz 미만의 등가 주파수)에 대해, 콘크리트 건물 외장으로 만든 2 x 2 m 케이지의 측정된 차폐 효과

외장 유형			감쇠, dB	
지름, mm	간격, mm	철근 접합	전기장	자기장
14	200	무기	6	4
14	100	무기	데이터 없음	10
8	100	무기	9	9
8	100	용접	19	11

외장의 차폐 효과는 철근의 연결부위를 용접하고 지름이 작고 망이 작은 외장 그리드를 추가하여 향상시킬 수 있다. 모든 개구부의 금속 프레임은

여러 지점에서 외장에 접합되어야 한다.

직간접 낙뢰 방전에 대해 모든 인입선과 인출선(전원 회로망 또는 데이터 회로망)을 보호해야 한다(IEC 61024-1, IEC 61312-1, -2, -3, -4, -5 참조). 이러한 회선에는 접지 시스템에 접합된 외부 금속성 외장이 있어야 한다. 외부 차폐가 없으면, 필터와 SPD를 사용하여 보호할 필요가 있다. 필터와 SPD 모두 케이블이 건물에 들어가는 지점에서 가장 가까운 접지 기구에 연결해야 한다. 예를 들어, 지붕의 안테나를 이용하여, 안테나 케이블의 차폐물을 지붕의 국소적 접지 기구에 연결한다. 금속성 벽에 원주방향으로 연결하여 케이블 커넥터의 차폐물을 이 연결에 사용할 수도 있다. 이 방법은 매우 경제적인 보호 방법이며, 피그테일 연결(금속성 벽면에 커넥터를 연결하는 와이어)보다 훨씬 더 뛰어나다.

#### 5.4.6 개구부의 처리

차폐물의 개구부(케이블 침입점, 환기구, 창)는 일반적으로 불가피하다. 이러한 개구부는 도파관 beyond cutoff로 설계할 수 있다. 올바르게 시공한다면, 광범위한 주파수에서 차폐 효과를 유지할 수 있다. 계획적인 또는 계획하지 않은 개구부와 엔클로저 안으로 케이블 재킷이 자유롭게 들어가면 대부분 취약점이 생기게 된다. 도어에는 전체 영역에서 금속 표면과 접촉 핑거가 있어야 한다. 환기 개구부는 아래에 나타난 대로 보호한다. 교란을 일으키는 복사 주파수에 따라 치수가 달라질 수 있는 철망을 설치하여 창 효과의 효과를 감소시킬 수 있다. 창 보호는 실내 설치에 사용할 수 있으며, 금속성 망이 유리판 사이에 끼워진 단열 외벽 창을 사용할 수도 있다. 얻을 수 있는 차폐값은 망의 층 수에 따라 달라진다. 창 망은 시설 차폐물에 접합해야 한다.

#### 허니콤

허니콤 배열에서, 튜브 지름과 길이는 차폐 엔클로저가 동작해야 하는 최대 주파수에서 선택해야 하며(그림 7과 8), 배열 튜브가 해당 고주파에서 도파관 beyond cutoff로 동작하도록 선택해야 한다. 모든 튜브는 서로 접

하는 선 위에 전도가 양호한 접점을 형성한다. 망상 배열 또는 허니콤 배열은 이들이 전체 둘레에 걸쳐 부착된 벽과 접촉해야 한다.

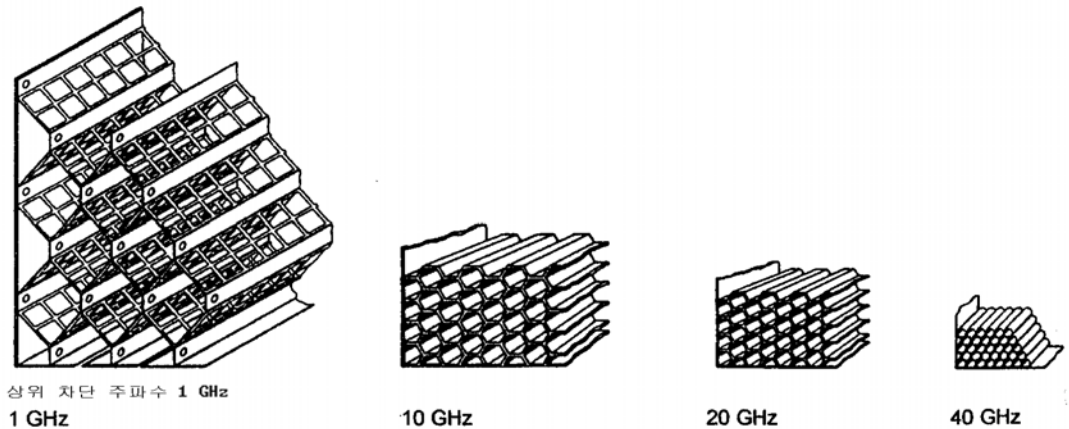


그림 7 - 서로 다른 차단 주파수에서의 허니콤 삽입물

배수관 같은 비전도성 배관은 금속 파이프 내부에 부착한다. 파이프의 치수는 허니콤과 유사한 것을 선택한다. 이 파이프는 그 전체 둘레에 걸쳐 벽과 접촉해야 한다. 광섬유 케이블은 금속성 파이프를 통해 벽에 침투시킨다. 금속 피복이나 금속 리드선은 교란 전류를 적절하게 보호하지 않으면서 광섬유 케이블과 함께 벽면을 관통하지 않아야 한다.

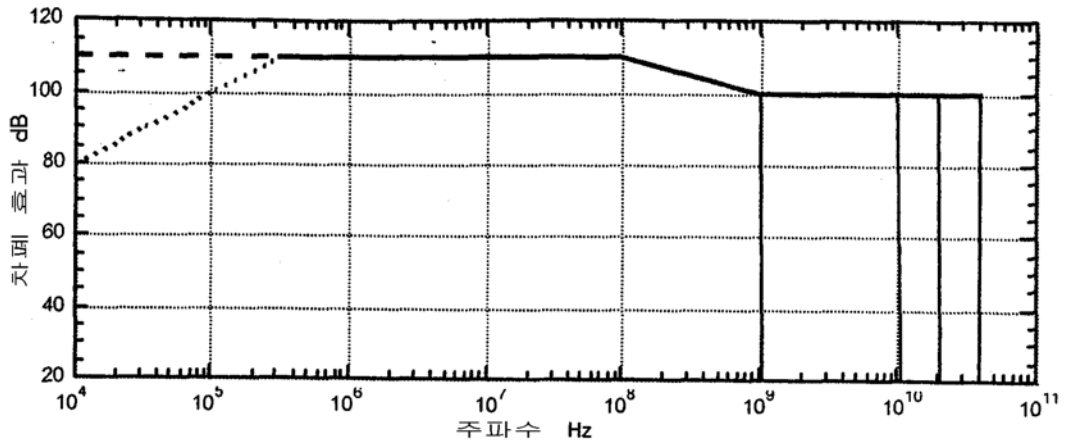


그림 8 - 허니콤 삽입물의 일반적인 차폐 감쇠

### 전도성 개스킷

개구부의 영향을 줄이고 엔클로저의 부품 접합을 유지하려면 전도성 개스킷을 사용한다. 전도성 개스킷은 이음매나 구조물 사이에 일시적으로 또는 반영구적으로 밀봉하기 위해 사용한다. 이 개스킷은 접합할 정합 표면 사이에 압축되어, 그 사이의 이음매 양단에 전도성 경로를 제공한다. 그러면 차폐물 전류가 이음매 양단의 전류 밀도를 갑작스럽게 변화시키지 않고 흐를 수 있어, 이상적인 차폐물 성능을 유지한다. 개스킷은 심 표면과 연속적이고 일정한 접촉을 만드는데 사용해야 하며, 표면 사이에 불규칙한 점에서 결합되지 않도록 한다. 개스킷은 용도에 따라 세 가지로 분류된다:

a) 영구적으로 부착된 덮개판이나 조립품: 이 응용에 사용하는 개스킷에는 원하는 개스킷 형태로 또는 인듐 같은 연금속으로 눌러진 편물 철망 개스킷이 있다.

b) 이음매의 불평탄도가 높고, 개스킷의 동일한 부분에서 자주 열리지만

항상 닫혀있는 접근 덮개판. 이 응용에서는 탄성중합체 개스킷을 사용한다.

c) 교체할 수 있지만 반드시 원래의 방향에 있을 필요가 없는 대칭형 부착 패턴을 가진 착탈식 덮개판. 선호하는 개스킷은 단힘력이 낮고 압축 변형이 낮으며 제거할 수 있고 재사용이 가능한 유향선을 가진 스폰지 탄성체이다.

## 개스킷 유형과 기타 재료

다음 문단에서 설명한 대로, EMC 응용에 맞게 설계된 개스킷에는 여러 유형, 형태, 바인더, 재료가 있다. 그 효과는 유지보수가 필요한 표면의 전도율에 따라 달라진다.

- a) 편물 철망 개스킷. 탄성있는 전도성 편물 철망으로 만들며, 동축 케이블의 외부 재킷과 다소 유사하다.
- b) 방향성 침지 철망 개스킷. 많은 미세한 평행의 횡전도선으로 만든다. 이 전도선은 개스킷 경계면 양단에 매우 낮은 평행 임피던스를 제공한다.
- c) 전도성 플라스틱과 탄성체 개스킷. 실리콘 고무나 비닐 탄성체 바인더와 운반체에 침지한 많은 작은 은 볼로 만든다.
- d) 스프링-핑거 스톱. 스프링-핑거 접착 스트립은 노후된 기계적 고정 방법을 제거하기 위해 전도성 자기접착제 받침(backing)을 사용한다. 제조자는 도어를 차폐 엔클로저의 넓은 영역에 연결하기가 용이하기 때문에 대개 이 스트립을 사용한다.

## 개스킷 부착

개스킷을 금속 정합 표면 위에 부착하는 방법에는 여러 가지가 있다.

- 홀드인 슬롯
- 감압성 접착제
- 개스킷의 비기능성 접합 부분
- 전도성 접착제
- 볼트관통 볼트구멍.

## EMC 실런트

에폭시, 고무 및 탄성체 같은 코킹, 그리스 같은 여러 유형의 실런트를 사용할 수 있다.

a) 전도성 에폭시. 전도성 에폭시는 두 개 이상의 금속성 정합 표면을 연결, 접합, 밀봉하는데 사용한다.

b) 전도성 코킹. 전도성 코킹은 다른 수단에 의해 기계적으로 유지된 두 개 이상의 금속성 정합 표면을 차폐하고 밀봉하는데 사용한다.

c) 전도성 그리스. 전도성 그리스는 탄소나 흑연 충전재가 없는 저-저항, 은-실리콘 그리스이다. 주로, 전자파 교란을 감소시키기 위해 변전소 스위치와 현수 절연체에 사용한다.

## 6. 필터

### 6.1 일반사항

필터는 교란 레벨이 설치된 장비의 내성 레벨과 일치하지 않을 때, 전원 시스템, 그리고 통신 및 제어 시스템 신호 케이블에 사용된다. 필터의 일반적인 기능은 대역폭을 제한하는 것이다. 이 기능은 여러 목적을 가질 수 있는데, 중요도가 낮은 순서로 표기하면 다음과 같다:

- 의도된 신호의 주파수 대역 외부에서, 불요 교란에 대해 전자 장비를 보호한다.
- 공통 모드 교란을 차동 모드 신호와 분리한다.
- 차동 모드 대역폭을 필요한 최소 동작 폭으로 제한한다.

필터는 장비 내에 발생된 전도 방해로부터 환경을 보호하고 장비 외부에서 발생한 교란에 대해 장비를 보호하는 2배의 효과를 가질 수 있다. 이 이중 역할은 필터와 다른 관련 완화 장치(예: SPD)가 양방향성임을 가정한다. 일반적인 설비 응용은 전력선이나 음성대역 전화선의 저역통과 필



터를 사용하여 고주파 교란을 제한하는 것이다.

필터 종류에는 수동 필터와 능동 필터 두 가지가 있다. 능동 필터는 보호 보다는 신호를 처리하며, 일반적으로 설비 내에 통합되어 있다. 능동 필터는 대개 양방향성이 아니다. 능동 필터는 이 기술보고서의 범위에서 제외된다. 수동 필터는 수동 회로 부품(저항기, 인덕터, 커패시터)을 조합하여 설계된다. 수동 필터는 통과 대역 내에 신호를 통과시키고 다른 주파수에서 신호를 감쇠시킨다. 저주파 교란을 완화시키는 필터는 이 기술보고서의 적용범위에 포함되지 않는다.

설비 설계자가 외부원에서 발생한 장애를 방지하기 위해 필터를 사용할 것을 고려할 때는 필터의 기능에 따라 이러한 문제를 해결해야 한다.

a) 반사: 필터가 발생원과 부하 임피던스를 올바르게 정합시키도록 설계되어 있는가?

b) 삽입 손실: 필터가 정상 동작 신호에 대해 과도한 손실이나 왜곡을 유발하는가?

c) 비선형 성능: 예상된 교란 레벨이 필터의 동작 한계치 내에 있는가? 한계치를 초과할 경우 새로운 교란이 발생할 것인가?

## 6.2 필터의 기본 특성

필터의 기본적인 특성은 다음과 같다:

- 감쇠 및 삽입 손실
- 주파수 응답
- 필터 특성 임피던스.

이러한 특성은 다음 문단에서 논의한다.

### 6.2.1 감쇠 및 삽입 손실

여기에서 고려하는 필터는 선형, 수동 및 시간불변 2포트 장치이다. 감쇠와 삽입 손실은 필터 회로 부품의 값으로 결정된다. 그림 9a와 9b는 필터를 삽입하기 전과 후에 회로 전압( $U^*$ ,  $U$ )과 전류( $I^*$ ,  $I$ )를 각각 나타낸다.

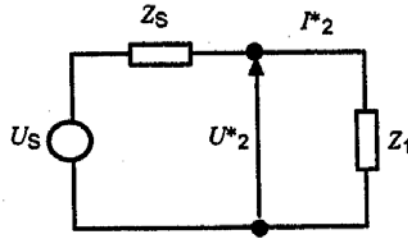


그림 9a

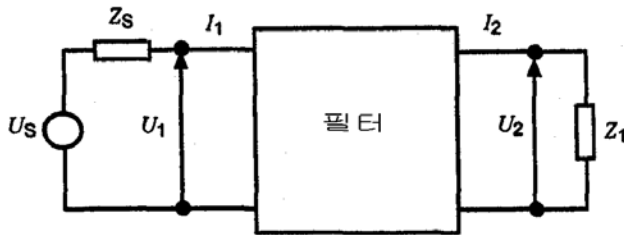


그림 9b

그림 9 - 감쇠와 삽입 손실에 대한 파라미터

감쇠와 삽입 손실은 소스 임피던스  $Z_s$ 와 부하 임피던스  $Z_1$ 에 모두 의존한다. 삽입 손실(I)은 그림 9와 같이 규정된 시험 조건을 따르고, 필터를 삽입하기 전과 후에 부하 전압의 비율로 정의된다.

$$I = U_2^* / U_2 \text{ 또는 } I = 20 \log(U_2^* / U_2) \quad (\text{단위: dB})$$

CISPR 17은  $Z_s$ 와  $Z_1 = 50\Omega$ 을 선택할 것을 권고한다.

감쇠는 발생원과 부하 임피던스의 특성에 따라, 전압 감쇠  $U_s/U_2$ , 흡수 감쇠 또는 총 감쇠 같은 서로 다른 양을 의미할 수 있다.

필터는 삽입 손실이나 총 감쇠로 특성화되는 것이 일반적이다. 필터는  $Z_1$

$= Z_S = 50 \Omega$ 인 경우,  $50 \Omega$  시스템에서 삽입 손실에 따라 선택된다. 이 특수한 경우에, 삽입 손실은 총 감쇠와 같다. 그러나, 삽입 손실과 총 감쇠는 소스 임피던스  $Z_S$ 와 부하 임피던스  $Z_L$ 에 모두 의존한다.

부하 임피던스와 소스 임피던스와 함께 사용하지 않는다면  $50 \Omega$  시스템 삽입 손실용 필터를 비교하거나 선택하는 것은 유효하지 않다. 이것은 특히 발생원이나 부하가 반응성일 때 적용된다.

**중요:** 신호원, 필터, 필터에 의해 보호되는 수신기의 (추정된 선형) 임피던스는 신호에 대한 주파수 대역 이외에, 가능한 모든 교란에 대해 채택된, 큰 주파수 범위에서 알려져야 한다.

저전압 전원선 회로망의 임피던스는 특히 9 kHz에서 수십 MHz의 주파수 범위에서 큰 범위의 값을 가정한다. 이 임피던스는 시간에 따라 변한다. 따라서, 위에서 정의한 삽입 손실이나 감쇠는 전원선 필터를 특성화할 때 거의 도움이 되지 않는다. 실제로, 보존성 설계는 회로망 임피던스가 임의의 값을 가정할 때, 전원선 필터의 최악의 거동을 유지해야 한다. 이 값을 최악의 값이라고 한다. 최악의 파라미터에 대한 자세한 논의는 6.4를 참조한다.

장해 억제 필터는 교란 발생원, 희생대상 설비 또는 회선의 임피던스와 부정합될 경우 최고 대역-내(in-band) 감쇠에 도달한다. 가장 간단한 “저역 통과 필터”는 분류기-연결 커패시터이다. 저-임피던스 발생원의 경우, 가장 간단한 저역 통과 필터는 직렬-연결 억제 인덕턴스이다.

## 6.2.2 필터의 기본 유형

응용에 따라, 필터는 여러 조합으로 RL, RC, RLC 회로와 함께 설계할 수 있다. 필터의 기본 유형이 아래에 간략하게 설명되어 있다. 가장 기본적인 형태에서, 필터링은 직렬 연결 인덕턴스(페라이트 비드 또는 케이블에 꿰어진 코어 - 포화 효과를 고려해야 한다) 또는 분류기 연결 커패시터에 의해 얻을 수 있다. 특정한 필터 유형은 응용, 비용, 필요한 성능에 따

라 선택한다.

수동 필터는 인덕턴스와 정전용량의 직렬 및 병렬 조합의 공진 특성을 활용한다. 그 결과로 인해 발생하는 리액턴스는 고임피던스를 교란 전류와 직렬로 유도하여 또는 이 전류를 낮은 임피던스를 통해 접지에 분류하여 교란을 감소시킨다. 몇 가지 유형의 필터를 식별할 수 있다:

- 저역통과 필터: 낮은 주파수는 통과시키고, 높은 주파수는 감쇠시킨다.
- 고역통과 필터: 높은 주파수는 통과시키고, 낮은 주파수는 감쇠시킨다.
- 대역통과 필터: 특정한 범위의 통과대역 주파수를 통과시키고, 통과대역 외부의 주파수로 신호를 감쇠시킨다.
- 정지대역 필터: 정지대역 내에 있는 특정한 범위의 주파수를 감쇠시키고, 정지대역 외부의 주파수를 통과시킨다.

2포트 필터에 관한 모든 정보는 다중포트 필터의 경우에 채택될 수 있다. 위의 기본 필터 유형 외에, 이중 동조 필터를 사용하기도 한다. 이 필터에는 병렬 공진이 발생하는 주파수가 있고, 직렬 공진이 발생하는 주파수가 있다. 병렬 공진 주파수는 거부된 주파수를 결정하고, 직렬 공진 주파수는 허용된 주파수를 결정한다. 저역통과 필터는 EMC 응용에 가장 빈번하게 사용하는 유형이다.

### 6.3 기능 임무

필터의 기능 임무에는 다음이 포함된다

- 전원, 제어, 통신 회로에서 유입되는 교란을 제한하여 설치된 설비에 미치는 장애를 방지한다(그림 10).
- 케이블의 전도 방해 방출 또는 설비로부터의 복사를 제한하여, 전원 회로망에서 그리고 환경에서 유출되는 전자파 잡음을 줄인다(그림 11).
- 개별 장비 사이의 또는 장비 자체 내의 전자파 장애를 방지한다.

- 공통 모드 전류에 표준 경로를 제공한다(필터의 대역통과 내부의 주파수에서만).

특정한 기능 요구사항에 따라, 다음에 관한 세부 분석이 필요하다

- 교란 발생원의 특성(연속형 또는 과도형, 주파수 범위 등)

- 교란의 유형 (공통 모드, 차동 모드, 혼합 모드)

- 필요한 감쇠 (주파수 범위에 관련된 값)

- 응용 조건 (필터링할 회로의 특성과 형태, 환경 조건 등)

- 마지막이지만 중요한, 설비의 안전 측면.

그림 10과 11은 공통 모드에서 그리고 차동 모드에서 나타나는 교란에 대한 필터의 기능 임무를 나타낸다. 일반적으로 두 가지 유형의 교란이 동시에 존재하며, 동일한 필터링 장치가 이를 모두 제한할 수 있다.

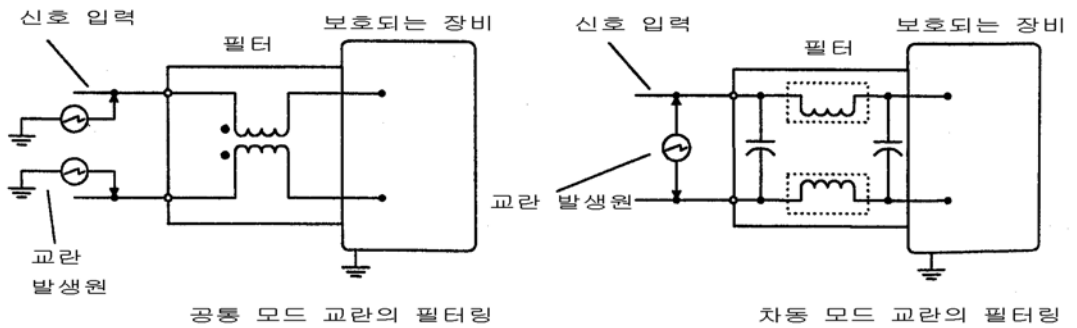


그림 10 - 설치된 장비에 미치는 장애의 방지

신호 입력  
필터  
장비의 교란 발생원  
교란 발생원  
공통 모드 교란의 방출 제한을 위한 필터링

신호 입력  
필터  
장비의 교란 발생원  
교란 발생원  
차동 모드 교란의 방출 제한을 위한 필터링

그림 11 - 전원 회로망과 환경에서 전자파 교란의 감소

## 6.4 추가 필터링 관련사항

### 6.4.1 기술적 측면

EMC 필터는 기존의 필터보다 훨씬 더 많은 전원에 놓이는 경우가 있다. 예를 들어, 전원선 필터는 정상 전원 레벨을 수용해야 하기 때문에, 크기가 더 크게 되며, 높은 전원 레벨은 포화의 결과로 비선형 응답을 유발할 수 있다.

교란의 에너지 스펙트럼은 전원, 제어 또는 신호의 에너지 스펙트럼보다 훨씬 더 넓다. 어떤 경우에는, 여러 단계에서 필터링을 실시할 수 있다. 각 단계는 서로 다른 대역에 채택된다.

통신 필터의 설계는 임피던스 정합을 전제로 한다. 이것은 특히 전원선에서 불가능한데, 전원선은 전원 주파수에서만 효율적이도록 설계되기 때문이다. 따라서, 매우 유해한 역할을 종종 한다. 즉, 제거되거나 예상되는 필터링을 현저하게 감소시키고, 뚜렷한 신호를 발생시키기도 한다.

높은 피크의 임펄스 잡음은 매우 넓은 주파수 스펙트럼을 잡음의 고에너지와 결합한다. 필터 유도성 부품에 포화 물질이 존재하는지를 고려해야 한다.

유해한 상호작용을 피할 수 있도록 다단 필터를 주의하여 설계해야 한다.

#### 6.4.2 경제적 측면

교란을 제거하거나 완화하기 위한 대안은 여러 가지가 있다. 가장 합리적인 방법을 결정하려면 최대 장점 대 비용의 비율을 기준으로 한다. 고려 중인 특정 시스템의 상황과 잡음 환경에 따라 달라지기 때문에, 관련된 결정에 대해 특정한 규정을 제공할 수는 없다. 오히려, 모든 측면의 교란 제거와 억제에 친숙한 것이 중요하다. 필터링은 가장 경제적인 방법이다. 필터는 차동 모드 교란을 제거하기 위한 표준 방법이다. 필터를 발생원에 가깝게 놓으면 배선의 분리에 드는 비용 또는 전도 장애에만 관련된 경우 차폐에 드는 비용을 절감할 수 있다.

#### 6.5 선택 기준



필터는 현명하게 선택하고 사용해야 한다. 감응성 장비를 포함하여 모든 설비의 경우처럼, 장비는 내재적으로 교란에 내성이 있어 외부 필터나 다른 비싼 완화 수단을 사용하지 않고 만족스럽게 기능하는 것이 바람직하다. 그러나, 외부 필터링이 필요한 경우, 적합한 교란 완화를 보장하기 위해, 이 기술보고서에서 제공한 원리와 지침에 따라 필터를 사용해야 한다. 이 절차의 첫 번째 단계는 보호가 필요한 교란의 특성을 결정하는 것이다:

- 주파수 범위
- 주파수 범위에 대한 진폭
- 의도성 신호 특성.

그러면, 제조자의 문서를 참조할 수 있다. 제품이 응용의 특정 요구를 충족하는지를 결정하기 위해, 필터 제조자의 문서와 시험을 참조하여 효과적으로 응용할 수 있다. 설치한 필터로 최종 시험을 실시하여 완성된 필터를 검사해야 하는 것이 바람직하다. 검사할 수 없는 경우에는, 동작 조건을 에뮬레이션할 수 있는 부분 시스템에서 검증을 실시할 수 있다.

시장에서 구입할 수 있는 필터는 합리적인 EMC 마진으로 해당 응용의 특정 요구를 충족할 것으로 기대할 수 있다. 경제성 면에서 합리적이지만 잘못 선택하면 비용이 저렴하지만 효과가 떨어지는 필터가 될 수 있다. 그럼에도, 충분한 마진을 제공하는 것을 선택해야 한다. 모든 응용에 공통적인, 다음의 회로와 필터 특성을 필터 선택 시에 주의하여 고려해야 한다.

#### 6.5.1 정격 전압

125 V, 250 V, 380 V, 440 V(IEC 60939-2 참조) 같이 정격 전압이 서로 다른 전원공급기용 필터를 시장에서 구입할 수 있다. 제조자에 따라 제한된 시간에 대해 허용가능한 과전압 조건을 규정하기도 한다.

전화 회로, 디지털 및 아날로그 회로, 제어선, 동축선 등에 사용하는, 정합한 정격 전압을 가진 통신/제어선 필터를 시장에서 구입할 수 있다.

### 6.5.2 정격 전류

장비의 필터링, 차폐실과 캐비닛의 필터링, 설비 전원 회로망의 보호 등의 응용에 사용하는, 정격 전류값이 매우 다양한 전원선 필터를 구입할 수 있다. 자주 사용하는 정격 전류값은 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 30A, 100A이다. 다른 값도 사용할 수 있다.

통신/제어선에 응용하는 필터는 대개 수백 mA 범위의 전류에 적합하게 설계된다.

### 6.5.3 충격계수 및 과부하 동작 조건

이 특성은 주로 전원 필터와 전원 필터에 주로 적용할 수 있으며, 전원 시스템의 단속적 동작, 과부하, 고장 조건과 관련된다. 과부하 조건은 1초 동안 정격 전류의 10배, 5초 동안 정격 전류의 5배 등과 같이 규정 지속 시간에 관련된 과전류로 제조자가 정의할 수 있다.

#### 6.5.4 필터링할 동작 주파수와 주파수 범위

d.c. 또는 a.c. 전원선용 필터뿐만 아니라 일반적인 통신선과 신호선 주파수를 사용할 수 있다. 저역통과 필터를 주로 사용하는데, 동작 주파수보다 더 높은 주파수를 필터링하기 때문이다. 통신선의 경우에는 특정한 대역통과 필터를 사용하기도 한다.

#### 6.5.5 전압 강하와 신호 손실

전원선 필터는 부하 조건에 따라 달라질 수 있는 전압 강하로 특성화된다. 정격 전류에서, 이 전압 강하는 대개 정격 전압의 1% 이하의 차수이다. 필터의 전압 강하는 정격 전류와 전원 주파수로 언급되며, 전원공급회로의 양 회선 양단의 전압 강하를 포함한다.

통신선과 제어선용 필터는 신호 손실을 생성할 수 있다. 적합한 라인 임피던스 종단 조건에 필요한, 1 dB 미만의 값은 신호의 대역폭에서 제조자가 대개 규정한다.

#### 6.5.6 주위 온도 범위

일부 기후 범주가 IEC 60939-2에 정의되어 있다. 제조자가 주로 규정하는 온도 범위는  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서  $+85^{\circ}\text{C}$ 까지 이다. 전력 소모로 인해, 전원선 필터는 예를 들어  $10^{\circ}\text{C}$ 까지 케이싱 온도 상승을 나타낼 수 있다. 조립 설계에서, 인접한 부품에 미치는 영향에 대해 이 변수를 고려해야 한다.

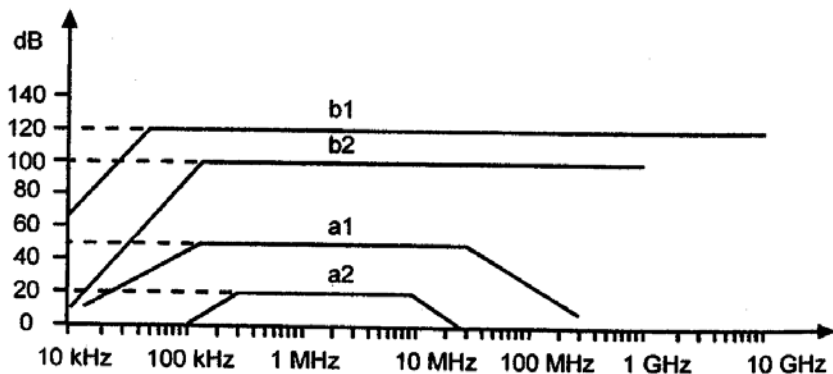
#### 6.5.7 삽입 손실과 감쇠

공통 모드 교란(라인 대 접지)과 차동 모드 교란(라인 대 라인)의 삽입 손실과 감쇠는 주파수와 동작 조건에 의존한다.

각각의 응용에 사용하는 광범위한 성능을 가진 필터를 시장에서 구입할

수 있다. 제한된 성능은 0.1 MHz ~ 100 MHz 주파수 범위에서 공통 모드와 차동 모드 교란의 경우 20 dB ~ 50 dB의 차수에서처럼, 일반적인 응용 필터에 의해 제공된다. 엄격한 부착 규정(6.6 참조)에 따라, 더 높은 수준의 삽입 손실은 차폐실과 캐비닛용 필터에 의해 제공된다. 80 dB ~ 120 dB의 성능은 수십 또는 수백 kHz ~ 1 GHz 이상의 주파수 범위에서 일반적이다.

필터의 삽입 손실은 50 옴의 임피던스에서 중단된 입력과 출력으로 설계되며 측정된다. 이 경우에, 필터의 삽입 손실은 80 dB에서 120 dB까지 어느 곳이 될 수 있다. 그러나, 실제 설치에서 라인 임피던스는 규정된 삽입 손실의 동반 저하로 인해 50 옴에서 벗어날 수 있다.



a1, a2: 일반 응용에 사용하는 저비용 필터  
b1, b2: 차폐실과 캐비닛에 사용하는 필터

그림 12 - a.c./d.c. 전원 포트 필터의 삽입 손실 특성의 예

### 6.5.8 내전압

라인 특성에 해당하는 적합한 내전압을 가진 필터를 선택해야 한다. 전원선 필터는 대개 라인 대 라인 및 라인 대 접지, d.c. 또는 a.c. 내전압 값으로 대개 특성화된다. 1,000 V d.c.에서 시작하는 값은 보통 제조자가

규정한다. HF 교란용 전원선 필터의 시험 전압은 IEC 60939-2에 규정되어 있다. 예를 들어, 정격 전압이 125 V 이상인 전원선 필터에는 2,000 V 이상의 접지에 대한 절연이 권고된다.

과도현상 과전압에 의해 영향을 받은 전원선이나 신호선을 필터링할 때는 공통 모드와 차동 모드에서 내서지 능력에 주의해야 한다. 필터와 회선을 보호하기 위해 SPD를 채택할 수 있다.

#### 6.5.9 HF 과도 교란의 감쇠

과도 교란(서지, 감쇠 진동, 고속 과도현상 등)의 감쇠는 주파수 콘텐츠, 해당 주파수에서 회선의 등가 임피던스, 그리고 부하의 임피던스에 따라 달라진다.

단방향 서지를 포함하여, 고에너지 서지의 감쇠는 대개 낮아서 무의미하다. MHz 범위에서 고속 과도현상이나 진동의 감쇠가 더 좋으며 대개 수십 dB의 차수이다. 이러한 감쇠 레벨은 필터 제조자가 보통 규정하지 않는다. 고에너지 서지에 놓인 전원선이나 신호선을 필터링하는 경우, 내장된 과도현상 억제 장치가 있는 특정 필터를 시장에서 구입할 수 있다. 적합한 과전압 보호에 의해 보완된 표준 필터도 사용할 수 있다.

#### 6.5.10 보호 접지 도체의 누설 전류

전원선 필터의 분류기 커패시터는 보호 접지 도체 안으로 흐르는 정상 상태 누설 전류를 유발한다. 보호 설비 자체의 기여와 결합된 이 전류는 각 응용에 명시된 안전 한계치를 초과할 수 없다. 예를 들어, IEC 60335-1은 가전기기에 대한 전류 한계치를 0.5 mA ~ 5 mA 범위로 규정한다. 장비와 설비에 대한 안전 규정을 적용하기 위해, 해당 전기 설비 요구사항에 따라 각 필터의 누설 전류를 고려해야 한다.

영구적으로 배선된 차폐 엔클로저에 사용하는 필터는 정격 전류의 작은 백분율 차수의 누설 전류값을 갖는다. 이 값은 불안정한 전압을 피하기

위해 접지에 전용의 저임피던스를 연결한다는 것을 의미한다.

#### 6.5.11 허용가능한 무효 전류

차폐 엔클로저, 캐비닛, 회로망 등에 사용하는 전원선 필터의 무효 전류는 정격 전류의 중요한 부분이 될 수 있다. 이 고려사항은 무효 전류와 가능한 불평형을 고려해야 하는 차폐실과 캐비닛의 경우처럼, 높은 정전 용량 값을 통합하는 필터에 적용한다.

무효 전류는 라인 전압에 관련되며, 부하 조건에 의존하지 않는다. 전원 공급망의 설계 시에 이를 고려해야 하며, 무정전 전원 공급장치를 사용하는 특별한 경우에는 특히 주의해야 한다.

### 6.6 필터 설치

필터를 사용할 때는 좋은 결과를 얻기 위해 설치를 올바르게 해야 한다. 고주파에서 부착 기법은 중요하다. 전원선 필터에 광범위하며 실용적인 해결책을 이용할 수 있다. 예를 들어,

- 퓨즈 홀더와 메인 스위치가 있는 내장 커넥터
- 인쇄회로기판을 부착하는 경우 플라스틱이나 금속 케이스에 밀봉한다.
- 접지 단자가 있는 금속 케이스, fast-on 또는 나사 등에 의한 연결.

차폐실에 설치하는 일반 필터(전원공급선과 통신선 또는 제어선)를 금속 판에 부착하려면 관통 시공을 한다. 양호한 전기적 접합과 부식을 방지하기 위해 필터를 설치하기 전에 표면을 주의하여 준비할 것을 권고한다.

일반적으로, 특히 고주파 교란의 경우, 필터는 연결 임피던스를 최소화하기 위해, 발생원이나 희생대상이 있는 설비에 가능한 한 가깝게 위치해야 한다. 필터는 설비 큐비클에 밀폐될 수 있으며 또는 인접하여 설치된 전용 유닛에 부착할 수 있다. 필터 설치의 전체 차폐물 형태와 일치해야 한다.

### 6.6.1 설치 및 부착 기법

필터 회로가 커패시터, 초크와 저항기 같은 개별 부품으로 구성되어 있으면, 다음 사항을 고려해야 한다:

- 부품간 그리고 필터 입력과 출력간의 용량성 및 유도성 결합을 피하기 위해 부품을 회선에 따라 정렬해야 한다.
- 필터 입력과 출력간의 결합을 방지하기 위해 필터를 차폐해야 한다.
- 중요한 안전 고려사항은 접지에 감결합을 제공하는 커패시터의 선택과 관련된다. 이 커패시터는 손상되었을 때 단락되어서는 안 된다.
- MHz 범위에서 필터 회로의 감쇠는 주로 접지에 연결된 커패시터에 의해 결정되기 때문에, 커패시터의 연결선은 가능한 한 짧아야 한다.
- 제한된 공간에서 장치에 설치되는 필터 회로는 차폐 형태와 일치하도록 차폐해야 한다.
- 금속성 필터 케이스는 긴 시간 동안 희생대상 설비와의 경계면에 케이스의 낮은 접촉 저항을 보장할 수 있는 그러한 표면을 가져야 한다.
- 필터를 구성하기 위해 결합된 일부 필터 회로는 서로 다른 교란 레벨에 놓일 수 있거나, 서로 다른 내성 레벨을 가진 설비에 사용될 수 있다. 따라서, 이들은 서로 다른 감쇠 등급으로 설계된다. 이 필터 회로는 차폐에 의해 서로 감결합되어야 한다.

## 6.6.2 배선

입력선과 출력선의 물리적 분리는 필터를 관통 부착하면 쉽게 할 수 있다. 필터의 입력과 출력은 가능한 한 멀리 떨어지도록 정렬시킨다. 입력 쪽과 출력쪽의 리드선이 동일한 다발에 있어서는 안 된다.

차폐 도체를 필터 케이스에 연결할 경우, 동축 나사형 연결을 사용해야 한다. 필터 부착이 필터 유형보다 더 중요한 경우가 있다. 양호한 필터를 잘못 부착하면 필터링이 불량해 진다. 필터 접지 연결 임피던스는 교란 발생을 방지하기 위해 가능한 한 낮아야 한다. 그렇지 않은 경우, 공통 모드에서 보호할 설비에 적용된다. 예로서 그림 13과 14를 참조한다.

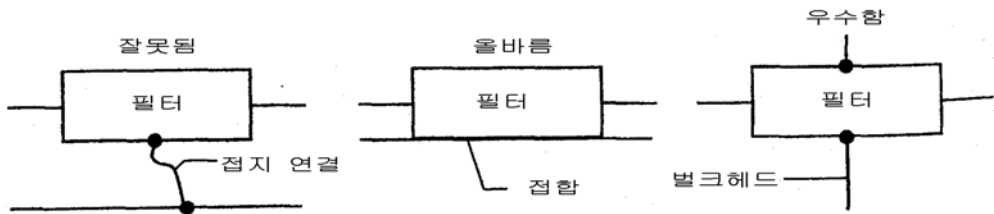


그림 13 - 필터의 부착

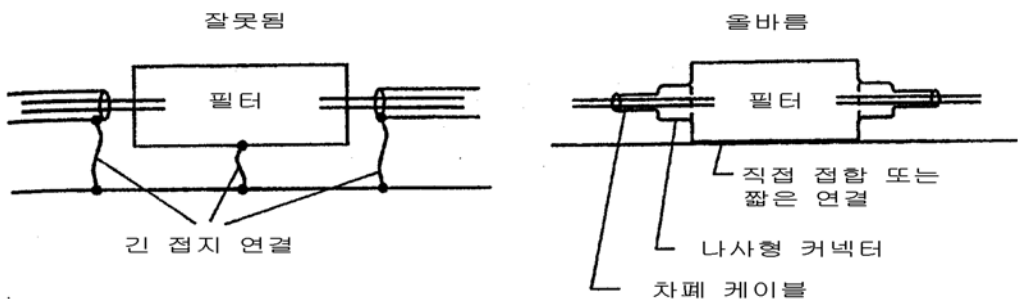


그림 14 - 차폐 케이블의 연결



### 6.6.3 캐비닛 필터의 설치

설치에 여러 개별 설비가 동작되는 캐비닛이나 큐비클 조항이 포함된 경우, 제조자가 전체 캐비닛을 공급하는 상황과 반대로, 이 캐비닛은 설치자의 책임이 된다.

설치 배선에 접하고 있는 필터를 캐비닛이나 큐비클에 설치자가 제공해야 하는 상황이 있을 수 있다. 그림 15는 큐비클 내에 필터의 통합을 설명하고, 그림 16은 장비 캐비닛에 인접하여 설치된 개별의 전용 필터 유닛이 있는 기구를 설명한다.

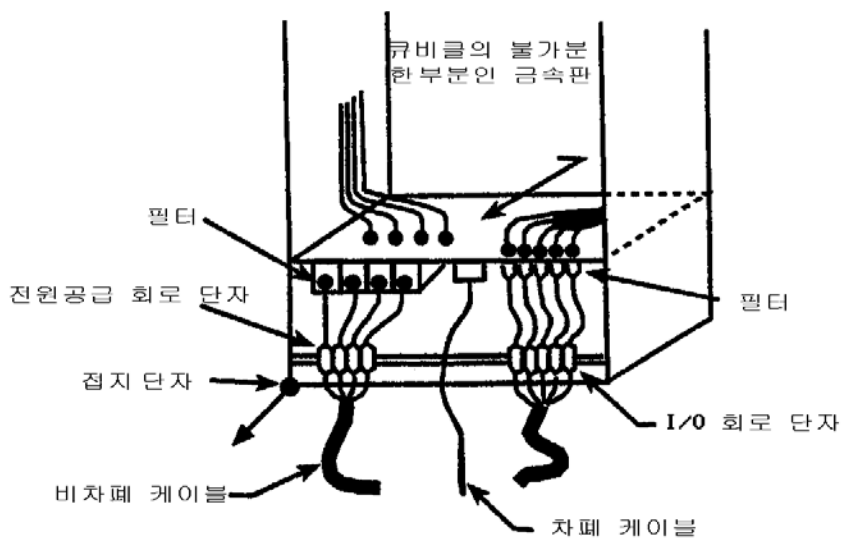


그림 15 - 장비 큐비클 내부에 필터를 통합한 예

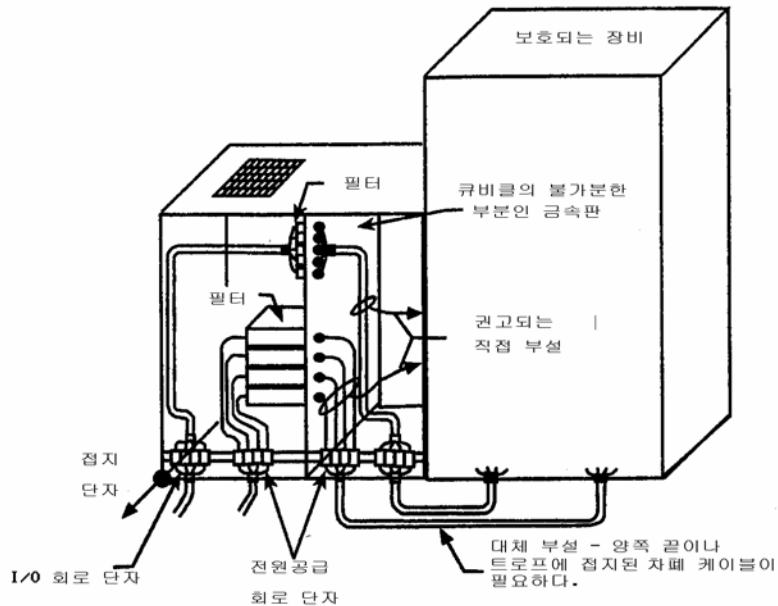


그림 16 - 필터를 전용 유닛에 부착한 예

## 6.7 필터 시험

### 6.7.1 일반 고려사항

이 절은 필터를 포함한 설비에 대한 시험 절차를 다루며, 필터의 수입 검사나 성능 검증과 관련된 시험 절차는 다루지 않는다. 결과적으로, 성공적인 시스템 설계에 대한 전제조건인 다음 파라미터에 대한 시험 절차는 여기에서 논의하지 않는다. 설비가 아닌 부품에 대한 정기 시험을 고려해야 하기 때문이다:

- 정격 전압 및 정격 전류
- 충격계수 및 과부하 조건
- 전압 강하(전원선 필터)와 신호 손실(통신 필터와 제어 필터)
- 기후 조건.

필터의 성능은 필터를 사용할 장비나 환경에 설치한 후 검증해야 한다. 접지 연결의 효과는 HF 전도 시험에 의해 이를 측정하여 평가해야 한다. 정확한 설치 및 연결은 어떤 진동도 없는 상태에서 동작 중인 필터로 검사해야 한다. 과도현상 교란에 대한 감쇠 시험은 6.7.4에서 설명한 대로, 설치된 필터에서 실시해야 한다.

### 6.7.2 설치된 필터의 접지 및 내전압 절연

절연 시험을 실시하는 것이 바람직하다면(예를 들어 이격 거리가 조밀한 경우에), 절연 저항과 절연내력을 시험하기 위한 IEC 60939-1에 규정된 시험 절차를 전원 포트 필터와 통신 및 제어 포트 필터에 모두 적용한다.

1.2/50  $\mu$ s 서지 시험의 경우, IEC 61000-4-5에 규정된 시험 발생기와 시험 절차를 다음과 같이 적용할 수 있다. 표준에 정의된 조합과 시험 발생기(1.2/50 ~ 8/20)는 적합한 내부 임피던스가 있는 상태에서 사용해야 한다.

절연 시험은 무부하 조건에서 해당 필터에서 실행할 수 있는데, 전원공급 원이나 신호원에 연결해서는 안 된다. 따라서 시험 발생기는 결합/감결합 회로망을 사용하지 않고 피시험 필터에 직접 연결할 수 있다. 피시험 필터의 출력 단자는 개방된 상태를 유지해야 하며 접지에서 절연되어야 한다.

절연파괴나 섬락(flashover) 징후가 있어서는 안 된다. 따라서, 필터의 입력 단자에서 서지 파형의 급격한 변화가 관찰되면 이를 반드시 조사해야 한다.

서지 시험을 원위치에서 실시해야 한다면, 다음의 안전 절차를 이행해야 한다:

- 모든 장비 부하를 분리해야 한다.
- 건물에 있는 모든 사람에게 경고하고 안전 절차를 교육시킨다.

- 과도현상이 시험하지 않는 회로 안으로 우연하게 들어가지 않도록 주의한다.

### 6.7.3 삽입 손실

이 시험의 세부 절차는 CISPR 17을 참조한다.

### 6.7.4 HF 과도현상 교란의 감쇠

다음에 열거된 시험 절차를 전원 포트 필터에 그리고 통신 및 제어 포트 필터에 적용한다. 시험 중에 필터 동작 조건을 시뮬레이션해야 한다. 전원공급원과 부하 등 보호 회로를 사용하여, 적합한 전압과 전류를 필터에 공급해야 한다. 필터 설치의 포괄적인 시험을 위해 다음의 시험 발생기를 사용한다:

- 전기적 고속 과도현상/버스트 발생기
- 유효 내부 임피던스가 2  $\Omega$ , 12  $\Omega$ , 40  $\Omega$ 인 조합과 발생기 1.2/50 ~ 8/20
- 유효 내부 임피던스가 12  $\Omega$ 인 링 조파기
- 감쇠 진동 조파기.

시험 발생기의 특성과 성능은 관련 기본 규격 IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-12에 규정되어 있다. 최대 시험 레벨은 표준에 규정된 표준값에서 선택해야 하지만, 필터의 정격 내전압을 초과해서는 안 된다. 시험 전압은 무부하 조건에서 시험 발생기로 먼저 설정한 후, 피시험 필터의 입력 단자에 시험 전압을 인가하고 기록한다. 시험 중에는, 시스템의 오동작이 관찰되지 않아야 한다. 다른 방법으로, 설치한 필터의 감쇠를 검증하기 위해 공통 모드와 차동 모드 시험 조건에서 출력 단자의 잉여 전압을 기록한다.

## 7. 감결합 장치

## 7.1 격리 변압기

격리 변압기는 차동 모드 신호(여기에서 “신호”는 정상 동작 통신 신호 또는 a.c. / d.c. 전원으로 이해한다)가 통과하는 동안 회로의 전도 연속성을 파괴하는데 유용한 장치이다. 응용에 따라, 즉, 통과할 신호에 따라, 주파수 대역통과 범위는 수 kHz에 이른다. 고주파(수십 kHz)에서도, 일부 격리 변압기는 1차 차동 전압의  $n$ 분이 2차 권선 안으로 통과할 수 있다.

“절연” 변압기는 모든 과도현상 과전압을 감쇠시키는 것으로 오해하고 있는데, 대부분의 경우에 이 성능이 공통 모드 전도 방해에 제한된다는 것을 인식하지 못한 때문이다. 그림 17은 범용 변압기가 차동 모드에서 충돌 서지가 부하 2차 회로 위로 감쇠되지 않고 통과시키는 것을 설명한다. 예상할 수 있는 유일한 감쇠는 변압기의 등가 직렬 임피던스와 관련된 전압 강하에 해당하는 감쇠이다. 더 심한 경우, 공진을 발생시키는 일부 구성이 2차 권선 양단에서 전압을 향상시킬 수 있다. 그림 18은 변압기가 권선간 스크린으로 만들어지고 “초절연” 변압기로 알려진 변압기가 실제로 차동 모드 감결합을 예상하여 부적절하게 적용된 경우 2차 권선 양단에 더 높은 전압을 생성하는 방법을 설명하고 있다. 그림 18과 같이, 측정은 격리 변압기가 모든 서지를 감결합한다는 오해를 설명하고 있다. 이것은 공통 모드의 경우에는 사실이며, 권선간 정전용량이 중요하고 감결합 효과가 저하되는 일부 주파수에만 해당한다. 스크린 연결은 그림 19를 참조한다.

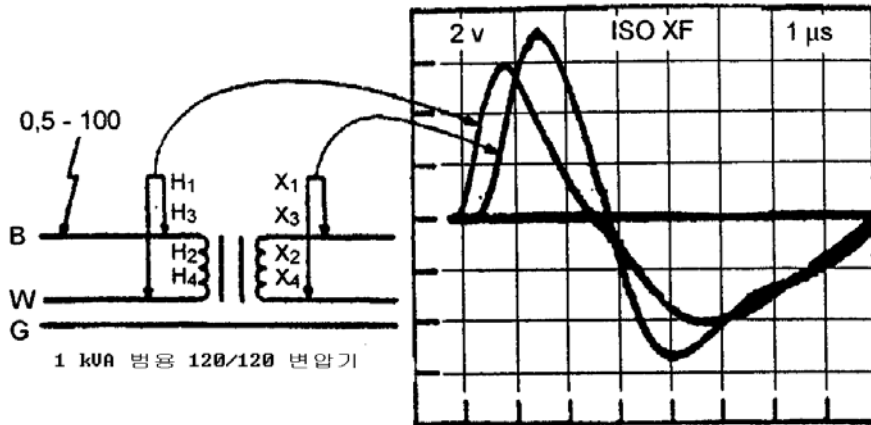


그림 17 - 일반 격리 변압기를 통해, 차동 모드에 인가된,  $0.5 \mu\text{s} \sim 100 \text{ kHz}$  고리파(ring wave)의 전파를 보여주는 시험소 측정

그림 18에서, 2차 권선은 접지 시스템에 접합되지 않았다는 것에 주목한다. 이러한 배열은 대개, 변압기가 설비의 일부일 때만 허용된다. 변압기가 고정된 배선의 일부인 경우, 2차 권선의 접합은 대개 그림 17과 같이 국가 규정으로 강제된다. 따라서, 격리 변압기의 올바른 응용은 저주파에서 공통 모드 회로를 파괴하는 것으로 제한된다. 그 역할에서, 특히 공통 접지 기구를 갖지 않는 시스템을 연결할 때, 전원 회로뿐만 아니라 통신 회로에 대한 많은 응용을 찾는다. 물론, 1차와 2차 권선간의 절연 레벨은 특정 응용에서 발생할 수 있는 과전압의 크기를 고려해야 한다. 격리 변압기의 1차와 2차 권선간의 부유 정전용량은 스크린을 사이에 두어 감소시킬 수 있다. 권선간 정전용량을 통과하는 전류는 대개 그림 19a에서 1과 2에서 3과 4까지 공통 모드 전류이다.

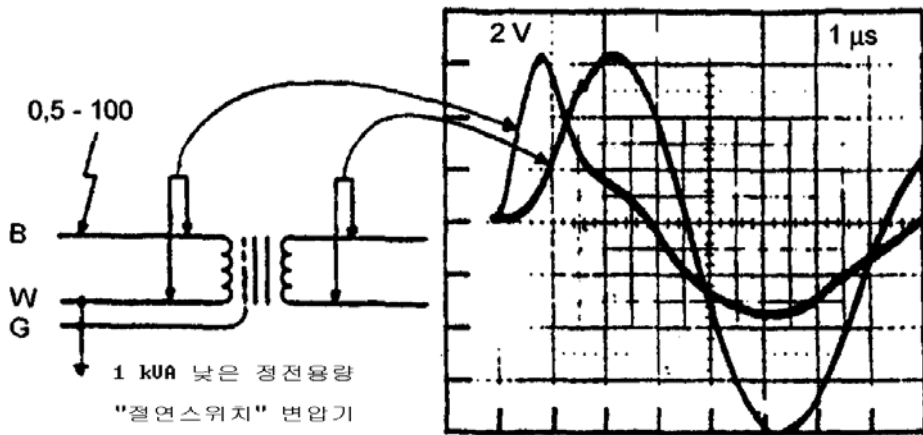


그림 18 - “절연스위치” 변압기를 통해 차동 모드에서 동작하는 0.5  $\mu$ s  
~ 100 kHz 고리파(ring wave)의 전파

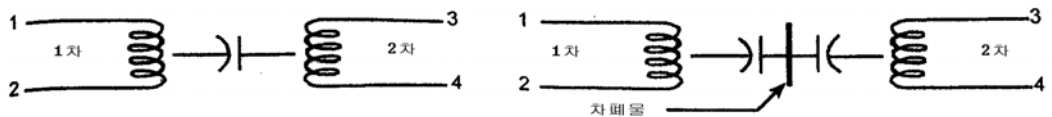


그림 19 - 격리 변압기의 권선간 결합

그림 19b에서 스크린의 주요 이점은 2차 권선 주위에 공통 모드 전류에 경로를 제공하는 것이다. 또한, 이 경로는 2차 권선에서 공급된 전자장치에 비해, 전달 임피던스 즉, 입력 전류에 대한 출력 전압의 비가 낮아야 한다. 따라서, 스크린과 변압기 코어는 그림 18과 같은 시스템이 존재할 경우 가장 짧은 접합을 통해 공통 접지 시스템에 연결해야 한다. 이러한 공통 접지 시스템이 존재하지 않으면, 스크린과 코어를 2차 권선에서 접지 시스템에 접지하거나 2차 권선의 저전압 쪽(4)에 접지해야 한다.

변압기에 복수의 스크린이 있는 경우에는, 최소한 하나의 스크린을 위에

서 설명한 대로 연결해야 한다. 고주파 용량성 차동 모드 대 차동 모드 (DM-DM) 누화를 감소시키기 위해 추가 스크린을 설계하는 경우가 있다. 유도성 DM-DM 누화(그림 17과 18)는 스크린을 추가하여 감소시킬 수 없다. 결국, 필터나 SPD를 사용해야 한다.

변하는 감결합 레벨을 제공할 수 있는 전원선 조정에 다양한 장치를 사용할 수 있다. 이 장치는 일반적으로 회선 절연, 전압 조정, 역류 조정으로 분류된다. 사용할 수 있는 제품은 대부분 이 세 가지 능력 중 하나 이상의 조합을 가질 수 있다.

선간 전압 조정기는 다양한 형태를 가질 수 있다. 예를 들어, 가장 오래된 기술 중 일부에서 포화 리액터나 인덕터의 형태를 사용하였다. 이 장치는 출력 전압을 조정하기 위해 회선의 위상 관계를 변화시키거나, 출력을 조정하기 위해 자심의 포화를 조정한다. 이 기술을 사용하는 장치는 대개 충분한 감결합 레벨을 제공하지 않으며 비선형 성분을 발생시킬 수 있다.

다른 형태의 선간 전압 조정기는 다양한 형태의 변압기 구성을 사용하는 데, 예를 들면 철-공진 변압기와 탭-변화 변압기다. 이 장치 중에서 철-공진 변압기는 고유 동작 원리를 통해 특정한 양의 절연을 제공한다. 탭-변화 변압기는 회선 감결합을 제공할 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다. 이 두 변압기 유형의 감결합 능력은 복수의 권선간 스크린, 필터, SPD를 구현하여 향상시킬 수 있다.

유입되는 유틸리티 a.c. 파형을 d.c. 파형으로 전환한 후 d.c. 파형을 a.c. 파형으로 다시 전환하는 선로 조정기 제품군도 있다. 이렇게 하려면 사용된 기술이 변경되며, 이를 상세하게 설명하는 것은 이 문서의 적용범위를 벗어난다. 이 제품군이 제공한 감결합은 해당 장치가 올바르게 설치된 경우에는 일반적으로 상당히 높다.

## 7.2 전동 발전기 세트



전동 발전기는 또 다른 형태의 감결합 전원 조정 장치이다. 전동 발전기는 부대시설(utility service)에서 부하를 완전히 절연시킨다. 전동 발전기는 부대시설이 장치의 모터 부분을 추진하도록 구성된다. 기계적 연결을 통해 전동기는 발전기를 구동하고, 부하에 전원을 공급한다. 따라서 부대시설과 부하 사이에 전기적 연결은 없다. 특별한 경우에, 두 기계를 결합하기 위해 비전도성 샤프트를 제공하여 감결합을 더욱 향상시키는 것이 필요할 수 있다. 실제로 전도성 연결은 결합 에너지를 향상시킨다.

전동 발전기는 대개 부대시설의 전원 손실에 대해 비교적 짧은 시간 동안 부하를 지원할 수 있다. 이것은 전동기에 대한 부대시설의 전원이 손실될 때, 장치에 대한 유일한 에너지원이 회전 부품의 관성 에너지이기 때문이다. 플라이휠 같은 관성 질량을 사용하여 이 시간을 다소 연장할 수 있다.

정상 조건하에서, 출력 과형 왜곡의 문제는 없지만, 설비 설계자가 주의해야 할 부분이 있다. 해당하는 다른 부분은 출력 전압과 주파수 조정과 전달된 전원의 전체 품질이 될 수 있다.

### 7.3 엔진 발전기

엔진 발전기는 국소적인 부대시설에 전혀 의존하지 않는다. 원동기로서, 엔진은 전기 에너지를 부하에 공급하는 발전기를 구동한다. 원동기에 공급되는 에너지는 대개 화석연료의 형태이다.

엔진 발전기는 부대시설에 대한 비상 백업장치로 사용된다. 이 경우에 중요한 경제적 고려사항은 부대시설에서 엔진 발전기까지 연속적인 전이를 제공하는 것이 필요한지의 여부다. 이러한 전이가 바람직하다면, 부대시설이 고장일 때 엔진 발전기가 시작되어 부하가 부대시설에서 전환될 수 있도록 해야 한다. 엔진 발전기는 환기가 필요하기 때문에 침투가 가능해야 하고 특별한 평가 절차가 필요할 수 있다.

### 7.4 무정전 전원공급장치(UPS)

UPS는 다음의 일반적인 속성을 갖는 일종의 전원 조정 장치이다.

- 부대시설이 손실된 후 전원을 부하에 유지할 수 있다.
- 부대시설 공급에서 격리시킬 수 있다.

UPS형 장치는 부대시설이 사전설정된 크기 이하로 떨어질 경우 비상 에너지원으로 대개 배터리를 사용한다. UPS 장치가 부하를 유지할 수 있는 시간은 부하 요구와 UPS와 관련된 배터리 뱅크의 크기에 따라 달라진다.

제공된 절연 등급은 특정한 UPS 모델의 고유 설계 시에 여러 가지 요인으로 결정된다. UPS 구성에 대한 일반적인 설계 접근방식은 오프라인 UPS와 온라인 UPS 두 가지가 있다.

오프라인 UPS는 정상 조건하에서 부대시설 전원을 부하에 제공한다. UPS가 부대시설에서 이상을 검출한 동안에는, 이 장치는 인버터 출력으로 전환된다.

온라인 UPS는 대개 인버터 출력에서 부하를 공급하고, 장치가 내부 회로에서 에러를 검출한 경우 부대시설로 전환되거나 수동으로 강제 전환된다.

오프라인 UPS의 경우, 절연 등급은 UPS의 정상 동작 모드에서 부대시설을 처리하기 위해 만든 조항에 따라 달라진다. 온라인 UPS의 경우, UPS 설계에 고유한 부대시설과 매우 높은 부하 절연이 있다. 이것은 UPS 장치가 유입되는 a.c. 부대시설을 d.c. 전압으로 전환한 후 d.c. 전압을 부하에 공급된 조정된 a.c. 전압으로 다시 전환하기 때문이다. 오프라인 인버터형의 경우, 이 절연은 UPS 내부의 바이패스 격리 변압기에 의해 제공된다.

설계자가 고려해야 하는 UPS 관련 속성에는 여러 가지가 있다. 희망하는 자율적 시간, 온라인이나 오프라인 장치의 선택 여부 같은 여러 속성이

이미 있다. 기타 속성은 다음과 같다:

- UPS 장치의 출력 임피던스. UPS 모드에서 동작할 때, 이 장치는 부대 시설보다 더 높은 출력 임피던스를 갖게 된다. 결과적으로, 전력 품질은 고조파 방출, 스위칭 등과 같은 부하 조건에 의해 영향을 받을 수 있다.
- UPS 출력 파형의 품질. d.c. 발생원에서 a.c. 정현파를 재구성하기 위해 다양한 방법이 사용된다. 예를 들어, 펄스-폭 변조, 정적 인버터, 철-공진 변압기 등이 있다. 이러한 방법은 특정한 양의 파형 왜곡을 유발할 수 있다. 적합한 UPS 크기를 선택하는 과정에서, 부하의 고조파 효과를 포함하여 전원 시스템의 정격 전력과 전류 피크를 모두 고려해야 한다.

## 7.5 광링크

최종적인 감결합 방법은 경계면 양단에 전기적으로 전도되는 연결을 제거하는 것이다. 저에너지 신호의 경우, 이 감결합은 광결합기나 광섬유 전송을 포함한 시스템의 형태로, 광링크에 의해 얻을 수 있다. 광결합기에서, 변조된 광선은 개별 반도체 부품에 사용된 형태의 패키지에서 짧은 에어 갭에 걸쳐 전달된다. 광결합기는 대개 설비에 통합되기 때문에, 여기에서는 상세하게 다루지 않는다. 덧붙여, 경계면을 수행하기 위해 내장 장치에 의존할 때 광결합기의 정전용량을 무시해서는 안 된다. 광링크를 설치에 사용할 때는, 그림 15와 16에서 설명한 것과 유사한 부착 절차를 적용해야 한다.

상업용 광섬유 데이터 전송 하드웨어는 이제 성숙한 단계에 접어들었으며, EMC에서 감결합을 위한 비용효율적인 수단이 되었다. 상당한 거리로 데이터를 전송하는 통신 응용과 반대로, 감결합 광섬유는 해당 응용에 비례하는 절연내력을 제공하기에 충분히 길 필요가 있다. 그러나, 광회선의 양끝에서 트랜스듀서는 EM 교란에 민감하기 때문에, 예상된 결과를 얻을 수 없어, 광섬유의 잠재적 효과를 부정한다. 광섬유 다발은 기계적 진동에 또는 전리 방사선에 민감할 수 있다. 일부 설계에는 다발을 당기기 쉽게 하기 위해 또는 다발의 양 끝에서 설치자에게 용이한 통신 수단을 제

공하기 위해 금속선을 포함시키거나 기계적 강도를 제공하는 금속 피복을 포함시킨다. 이러한 금속성 소자의 존재는 의도된 감결합을 방해할 가능성이 있다.

## 8. 서지 보호 장치

### 8.1 일반사항

SPD는 서지 전압이나 전류의 형태로 과도현상 고주파 교란으로부터 장비를 보호하기 위해 전원회로뿐만 아니라 통신 회로에 사용된다. 연속적인 교란을 완화하는데 많이 사용하는 필터와는 달리, SPD는 임의의 예측불가능한 방법으로 단일 사건(버스트와 같은)으로 발생하는 서지를 완화시키기 위해 설계된다. SPD를 필터와 조합하여 사용하는 경우도 있다.

서지를 완화시키는 일반적인 접근법은 장비로부터 서지 전류를 전환시킬 수 있는 평행 경로를 만드는 것이다. 저임피던스 경로에서는 보호 설비의 단자에 걸쳐 비교적 낮은 전압 강하가 생성된다. 따라서, 대부분의 SPD는 선로에 있는 분류기에 연결되며, 하나는 차동 모드에 다른 두 개는 공통 모드에 연결된다. 경우에 따라, 일부 소자는 보호 설비로 서지를 전달하는 것을 선택적으로 제한하여 완화에 기여할 수 있다. 완화는 여러 단계로 실행할 수 있다.

- 비교적 느린 반응, 고에너지 장치
- 비교적 빠른 반응, 에너지 능력 제한
- 상류 SPD에서 잉여 전압의 최종 필터링 또는 제한.

SPD에 대한 포괄적인 응용 지침은 이 기술보고서의 적용범위를 벗어나며, 서지 환경(“위협”)에 대한 상세한 지식, 설비 내성(결정하기 어려운 경우가 있음)에 대한 정확한 지식, 다양한 유형의 SPD의 능력과 부작용에 대한 정확한 지식이 필요하다. 따라서, 다음 문단에서는 특정한 설치에 대한 구체적인 권고사항보다 해당 문제를 폭넓게 논의하고자 한다.

IEC에서는 몇 개의 문서를 현재 제정하고 있는데, 예를 들어 IEC 62066은 SPD의 응용과 설치를 상세하게 다루고 있다. 또한, HEMP 전도 환경을 보호하기 위한 SPD의 규격은 IEC 61000-5-5가 유용할 것이다. SPD 응용에 대한 다음의 논의는 저전압 시스템(전원과 통신 모두)에서 EMC를 향상시키는 관점에서 제시된다. 이 관점에는 SPC의 두 가지 기능이 포함되어 있다:

- 충돌 서지와 관련된 전압에 의해 장비에 부여된 스트레스의 완화에 의한 직접 장비 보호
- 인접 회로에서 방해 또는 파괴 전압을 유도하는 건물 배선 내의 큰 서지 전류의 방지에 의한 간접 장비 보호.

## 8.2 직접 장비 보호

직접 장비 보호는 전원 회로와 통신 회로에 SPD를 설치하기 위한 주요 원인이다. 이 보호 기능은 설비 자체를 포함하여 여러 설치 지점에서 얻을 수 있다. 그 경우에, SPD는 설비 제조자가 통제하며 현재의 기술보고서의 적용범위를 벗어나는 것으로 보일 수 있다. 그러나, 8.4에서 논의한 대로, 설비에 이러한 SPD가 존재하면 설비의 전체 EMC 효과에 영향을 줄 수 있다.

서지가 대부분 외부에서 시작된다는 가정을 토대로, SPD를 설치하는 명확한 위치는 건물의 입구이다. SPD의 이 조항은 발전소의 입구뿐만 아니라 통신 서비스(전화, TV, 원격측정) 입구에 적용할 수 있다. 그러나, 두 가지 다른 서지 발생원을 간과해서는 안 된다.

- 설비 내에서 전원을 켜고 꺼서(정상 발생), 또는 퓨즈나 회로차단기로 고장을 소거하여(드물지만 잠재적으로 발생) 생긴 스위칭 서지
- 건물에 대한 직접 낙뢰와 관련된 서지, 낙뢰 전류는 건물의 접지 기구를 통해 지면쪽으로 직접 경로를 찾는다. 두 번째 가능성은 서지 전류가

SPD 인입구를 통해 건물에서 원격 접지점으로 운반되는 전원 및 통신 서비스를 통하는 간접 경로이다.

인입구에 설치된 SPD가 제공하는 보호에도 불구하고, 대부분의 설비는 이 이점을 적용하지 않는다. 크게 손상을 입은 경험이 없어서 그 비용을 정당화하지 않기 때문이다. 일부 국가에서는, 특정한 설비에 이러한 보호를 포함시키고 감시해야 할 것을 요구하고 있다. 따라서, 다른 예에서처럼 이 경우에, 설치한 보호 등급은 보호할 장비의 가치와 시설 소유자가 인정하는 위험에 따라 달라질 수 있을 것이다.

결과적으로, 서지 손상의 위험 인식은 설비의 어떤 지점에서 SPD를 제공하게 될 것이다. 상업용 장치는 인입구에서, 서비스 서브패널(service sub-panel)에서, 그리고 “감응성” 장비가 연결된 소켓에 삽입할 수 있는 플러그인 장치로 설비에 사용할 수 있다. 이러한 유형의 장치에 대한 관심은 그 기능이 유지되는 것을 보증한다. 일부 설계에는 SPD가 고장난 경우에 고장난 SPD를 회선에서 제거하여 분리시켜 부하가 서지 보호없이 계속 동작할 것을 보장하도록 한다. 해당 조건의 징후는 SPD 제조자(일부 국가에서는 요구사항)가 제공할 수 있으며, 반드시 감시해야 한다.

복수 SPD의 성능효율적 및 비용효율적인 선택에 대한 전체 지침을 최종 사용자에게 제공하지 않을 때는 통제되지 않은 상황이 혼동을 야기한다. 이 논의의 제한된 적용범위 내에서, 다음의 요인들을 고려해야 한다. 더욱 상세한 내용은 IEC에서 현재 제정 중에 있는 문서에서 찾을 수 있다

- SPD의 주요 기능을 얻으려면 시스템 내에서 회망 보호 레벨(EMC 측면에서 적합성 레벨)에 일치하는 전압 제한 특성을 가진 SPD를 선택한다.

- 장기간 과전압하에서 SPD의 과부하나 조기 노화를 피하려면, 시스템에서 발생하는 최대 연속 동작 전압에 일치하는 정상 상태 전압 정격을 가진 SPD를 선택한다. 서지가 반복하여 발생하는 상황에서 SPD의 장기 수명을 보장하려면, 서지 발생원이 SPD에 전달할 수 있는 전류(에너지)

에 일치하는 전류(에너지) 처리 능력을 가진 SPD를 선택한다. 전체 보호 형태와 일치하는 SPD를 설치한다. 즉, 이 형태가 손상되지 않도록 접합 및 상호연결을 적용해야 한다.

### 8.3 복수의 SPD 설치

SPD를 일반적으로 사용하는 경우, 이 상황은 배선 임피던스만이 SPD의 분리를 제공하는 상태에서, 몇 개의 SPD가 전원선에 걸쳐(회선-중성점 구성에서, 또는 회선-중성점 SPD 이후 회선-접지 SPD를 포함한 구성에서 모두) 병렬로 연결된 경우에 종종 생긴다. 이 상황은 대개 “다단 SPD”로 설명되는데, 계획적이며 설계자 잘된 계획의 결과나 또는 통제되지 않은 SPD가 존재하는 결과로 될 수 있다.

“협조 다단”으로 명명되기도 하는 설계가 잘된 계획에서, 인입구에서 상류에 위치한 SPD는 예상된 충돌 서지와 일치하는 정격으로 선택한다. 이것은 해당 지점에서 서지 대부분을 접지로 전환하여, 잉여 서지 전류를 건물 내부로 전파하기 위한 것이다. 잉여 서지를 처리하거나, 건물 내에서 발생할 수 있는 서지를 처리하여 인입구에 위치한 SPD의 이점 없이 특정한 감응성 부하 장비를 전파하기 위해 추가 SPD를 하류에 설치할 수 있다. (궁극적으로, 인입구에는 내부적으로 발생한 서지에 대한 작용이 일부 있을 수 있지만, 그 작용은 왕복 시간에 의해 지연될 것이고 서지 원점에서 SPD까지 배선 임피던스에 의해 저하될 것이다.) 따라서, 이러한 추가 SPD(특성이 다를 수 있음)는 실제 크기의 상류 SPD보다 더 낮은 비용으로 잉여 서지를 처리할 수 있는 크기이어야 한다. 그러나, 서지의 의도된 불평형 분할은 하류 SPD의 제한 전압이 상류 SPD보다 현저하게 더 낮은 경우에는 이루어질 수 없다. 이 경우가 있었다면, 하류 SPD는 잉여 서지 대부분을 “끌어”와서, 이 상류 SPD가 서지 에너지를 대부분 흡수할 것이라는 기대와는 반대로, 더 높은 제한 상류 SPD를 본질적으로 사용하지 않게 두었을 것이다. 물론, 상류 SPD는 건물 경계면에서 초기 서지를 낮추었기 때문에 어느 정도의 보호를 시설내의 나머지 장비에 제공할 것이다.

실제로, SPD가 인입구에서 제공되지 않은 주거용 설비는 수백만 개나 있다. 즉, 설비의 내장 SPD 또는 가옥에 설치된 플러그인 SPD는 실제로 서지 전류를 자신에게로 끌어들이고 있다는 것을 의미한다. 현장 경험을 통해, 이러한 내부 SPD가 적당한 서지 운반 능력만을 가지는 경우에도, 그 고장율은 두드러지게 반대할만한 것은 아니라는 것을 알 수 있다. 따라서, 비협조 다단의 시나리오는, SPD 인입구가 매우 적은 경우에, 해당 설비에 단지 하나의 포트(대개 a.c. 전원 포트)만 포함되어 있다면, 건물 내부에 장비 생존에 주요한 위협을 가하지는 않는다. 8.4는 다중포트 설비가 위협에 빠질 수 있는 시나리오를 설명한다. 부작용 외에, 비협조 다단은 인입구에서 더 높은 제한 전압을 가진 SPD가 해당 설비에 내장되거나 가옥에 꽂아진 저제한 SPD에 상당한 경감을 제공하지 않기 때문에, 자원이 낭비된다.

#### 8.4 비협조 다단의 부작용

비협조 다단에서, 가장 낮은 제한 전압을 가진 SPD는 분기 회로의 끝에 설치된 것일 가능성이 더 크다. 이것은 제조자 및 설비 설계자가 건물 내부에서보다 건물 입구에서 더 높은 서지 전압을 예상하여 비롯된 결과이다. 수년동안, 이 인식은 IEC 60664 (1980)에서 “설비 범주”의 “계단”으로 장려되었다 (후에 “과전압 범주”로 변경됨). 다단 협조에 대한 연구 결과, 이 경우에, 서지 전류의 실질적인 부분은 건물 내부에 흐르도록 남아 있어, 인입구에서 서지 전류가 전환되지 않고, 인접 회로에 교란을 결합하는 전자기장을 생성하게 된다는 것이 밝혀졌다. 건물 내부의 SPD에 보호 접지 도체 쪽으로 서지 전류가 전환된다면, 해당 도체의 최종 사용자는 인접한 접지 금속보다 더 높은 가능성을 갖게 되어, 바람직하지 않고 잠재적으로 해가되는 상황이 된다. 이것은 전체 보호 형태와 일치하지 않는 SPD를 응용한 예에 불과하다.

#### 8.5 일반적인 보호 장치

설치자에게 유용할 수 있는 SPD에는 아래에 열거한 대로 다양한 기술이 있다. 이러한 장치를 응용하는 상세한 정보는 현재 제정중인 다른 문서에



서 다루고 있으며 본 기술보고서의 적용범위에는 포함되지 않는다.

#### 8.5.1 전압 제한형 SPD

전압 제한형 SPD는 서지가 존재하지 않을 때 높은 임피던스를 갖지만 서지 전류와 전압이 증가하면 점진적으로 임피던스를 줄이는, 최소한 하나의 비선형 부품으로 구성된다. 이 기능에 대해 비선형 장치로 사용된 부품의 일반적인 예는 산화금속 배리스터와 실리콘 사태 다이오드이다. 전압 제한형 SPD는 연속적인 전압 대 전류 특성을 갖는다. 이러한 유형의 장치는 서지 전류가 흐르는 동안 제한 전압을 유지하기 때문에, 비선형 부품에서 상당한 전력이 소모된다. 따라서, 특정한 응용에 적합한 크기를 가져야 한다.

#### 8.5.2 전압 전환형 SPD

전압 전환형 SPD는 서지가 존재하지 않을 때 높은 임피던스를 갖지만 전압 서지에 대응하여 낮은 값으로 임피던스를 갑작스럽게 변경할 수 있는, 최소한 하나의 비선형 부품으로 구성된다. 이 기능에 대해 비선형 장치를 사용하는 부품의 일반적인 예는 스파크 갭, 기체관과 사이리스터이다. 전압 전환형 SPD는 “쇠지레형”이라고도 한다. 전압 전환형 장치에는 불연속적인 전압 대 전류 특성을 갖는다. 어떤 경우에는, 임피던스의 갑작스런 변화가 보호 회로에서 전류 변환 속도를 높게 할 수 있어서, 인접 회로에 상당한 교란을 유발할 수 있다.

## 참고문헌

Baker G., Castillo J.P., Vance E.F., Potential for a Unified Topological Approach to Electromagnetic Effects Protection, IEEE Transactions On Electromagnetic Compatibility, Vol.34, No.3, August 1992.

Benda, S., Interference-free electronics, Chartwell-Bratt, 1991.

IEEE/ANSI C62.48-1994, Guide on Interactions between Power System Disturbances and Surge-Protective Devices.

IEEE Std 1100-1992, Recommended Practice on Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment.

van dr Laan, P.C.T. et al. KEMA Scientific and technical reports, Volume2, No.11, ISSN 0167-8590.

van Houten, M.A., Electromagnetic compatibility in high-voltage engineering, University of Eindhoven.

부록 C

KN24

정보 기기류  
내성 시험 방법

# 목 차

1. 범위 및 목적 .....	1
2. 표준참고 문헌 .....	1
3. 용어 정의 .....	2
4. 내성 시험 요구사항 .....	4
4.1 총론 .....	4
*4.2 특별 요구사항 .....	4
5. 적용성 .....	6
6. 시험 조건 .....	6
6.1 일반 조건 .....	6
6.2 특정 조건(EUT 작동 모드 및 기타 등등) .....	7
7. 성능 판단 기준 .....	7
7.1 일반 성능 판단 기준 .....	7
7.2 특정 성능 판단 기준 .....	8
8. 제품 특성 문서화 .....	9

## 부 록

A 통신 터미널 기기 .....	11
B 데이터 처리 기기 .....	18
C 근거리망(LAN) .....	22
D 프린터 .....	23
E 복사기 .....	24
F 자동 금전 출납 기기(ATM) .....	26
G 영업장소의 터미널(POST) .....	28

## 1. 범위 및 목적

이 시험방법은 KN 22 의 정의에 따르는 정보 기기(ITE)에 적용된다.

정보기기의 측정을 위한 절차들이 규정되었고, 0 Hz와 400 GHz사이의 주파수 범위내 와 정보기기를 위해 개발되어진 것들에 대한 허용기준들이 명시되었다.

이 기준안의 목적은 기기가 주어진 환경에서 의도 되어진 동작을 수행할수 있도록 고유 내성의 적당한 레벨을 제공하는 요구안을 세우고자 함이다.

예외적인 환경상의 조건들에 대해 특별히 완화된 측정이 요구될 수도 있다. 시험 및 성능 평가에 대한 고려사항들 때문에 몇몇 시험들은 지정된 주파수 대역이나 선택되어진 주파수에서 규정된다. 이들 주파수들에서의 요구사항을 만족시키는 기기는 0Hz부터 400GHz 까지의 전 주파수 범위에서 전자기적 현상에 대한 요구사항을 만족시키는 것으로 간주된다.

이 기준안의 목적은 정전기 방전(ESD)을 포함한 연속적, 순시적, 전도 그리고 방사 장애와 관련하여 일정 범위에서 정의된 기기에 대한 내성 시험 요구사항을 규정하기 위함이다.

시험 요구사항들은 고려되어진 각 단자에 대하여 규정된다.

주

1 안전 고려사항들은 이 기준안에 나타나 있지 않다.

2 특별한 경우, 예를 들면 장비에 근접한 곳에서 초소형 송신기가 사용되어지는 경우와 같이 장애 레벨이 이 기준안에서 규정된 레벨들을 초과하는 상황이 발생할 것이다. 이러한 경우는

특별히 완화된 측정이 이루어져야 할 것이다.

## 2. 표준 참고 문헌

다음의 참고 문헌들은 본문의 참조를 통하여 기준의 규정들을 구성하는 조항들을 포함한다. 지난 참조들에 대하여는 이들 기준들의 어떠한 차후의 교정본이나 혹은 개정본들을 적용하지 않는다. 그러나 이 국제적 기준에 기초하여 합의한 단체들은 아래 참조문헌들의 최근 개정판들을 적용함에 대한 가능성을 조사하도록 고무되어 진다. 날짜가 없는 참조들에 대하여 최근의 개정된 기준안이 적용되었다.

IEC 60050(161): 1990, 국제 전기기술 어휘 (IEV) - 161 장: 전자기적 양립성

IEC 60318: 1970, 청력측정에 쓰이는 이어폰의 교정을 위한 광대역 형태의 IEC 인공 귀

KN61000-4-2: 1995, 전자기적 양립성 (EMC) - 4 편: 시험과 측정 기술들 - 2절: 정전기 내성 시험 - 기초 EMC 표준안

KN 61000-4-3: 1995, 전자기적 양립성 (EMC) - 4 편: 시험과 측정 기술들 - 3 절: 방사 내성 시험 - 기초 EMC 표준안

KN 61000-4-4: 1995, 전자기적 양립성 (EMC) - 4 편: 시험과 측정 기술들 - 4 절: 전기적 빠른 과도 현상 내성 시험 - 기초 EMC 표준안

KN 61000-4-5: 1995, 전자기적 양립성 (EMC) - 4 편: 시험과 측정 기술들 - 5 절: 서지 내성 시험들 - 기초 EMC 표준안

KN 61000-4-6: 1996, 전자기적 양립성 (EMC) - 4 편: 시험과 측정 기술들 - 6 절: 전도 내성 시험

KN 61000-4-8: 1993, 전자기적 양립성 (EMC) - 4 편: 시험과 측정 기술들 - 8 절: 전원 주파수 자체 내성 시험

KN 61000-4-11: 1994, 전자기적 양립성 (EMC) - 4 편: 시험과 측정 기술들 - 11절: 전압 강하, 순시 정전 및 전원 변동 내성 시험

KN 22: 1997, 정보 기기 - 무선 장애 특성들 - 허용범위와 측정 방법

ISO 9241-3: 1992, 시각적 표시 장치를 사용하는 사무 작업에 대한 인체공학적 요구 사항 - 3 편: 시각적 표시 요구사항들

ITU-T 권고 1.241.1: 전화법

ITU-T 권고 1.411: 종합 서비스 통신망 (ISDN) 사용자 네트워크 인터페이스

ITU-T 권고 K.15: 과전압과 과전류에 대한 고 용량의 전송 시스템의 보호

ITU-T 권고 K.17: 고체 상태를 이용하여 외부 장애로부터의 보호를 위한 배치를 확인하

기 위하여 고체 상태 소자들을 사용한 증계기들에 공급되는 전력의 시험들

ITU-T 권고 K.20: 과전압과 과전류에 대한 통신 개폐 기기의 저항성

ITU-T 권고 K.21: 과전압과 과전류에 대한 가입자 터미널의 저항성

ITU-T 권고 K.22: ISDN T/S 모선에 연결되어있는 기기의 과전압 저항성, *Blue Book, Volume IX, November 1988*

CISRP 20: 2002, 음향과 텔레비전 방송 수신기가 조합된 장비 - 내성 특성 - 제한과 측정 방법

### 3. 용어 정의

이 기준안의 목적을 위해, 다음의 문서들에 포함되어진 정의들이 적용된다 ;

ITU-T 권고 1.411, IEC 60050 (161), International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 161. 또한 다음의 특별한 정의들이 적용된다

3.1 **연속파 (CW)** : 정상상태 조건하에서 정현 형태이고 동일하며, 정보의 전송을 위해 중단되어지거나 변조될 수 있는 연속 진동하는 전자기파

3.2 **성능저하** : 전자기적 장애들에 의한 피시험기기 동작 성능의 원하지 않은 변화. 이것이 반드시 기능불량이나 파괴적 실패를 의미하는 것은 아니다.

3.3 **피시험기기 (EUT)** : 하나 혹은 그 이상의 주된 개체들을 포함하고 평가의 목적으로 쓰이는 기능상 서로 영향을 미치는 정보기기(즉 시스템)의 집단 또는 대표적인 정보기기.

3.4 **정보 기기 (ITE)** : 정보기기에 대한 정의는 KN 22에 서술되어 있다.

3.5 **지터 (음극선관(CRT) 모니터의 경우)** : CRT 모니터 화면내 화소의 기하학적 위치내에서의 침투치 변동

3.6 **온도적 불안정 (깜박거림)** : 휘도에서 의도되지 않는 온도 변화에 대한 인지.

3.7 **단자** : 외부의 전자기적 환경에 대해 규정된 기기의 특정 인터페이스(그림 1 참조).

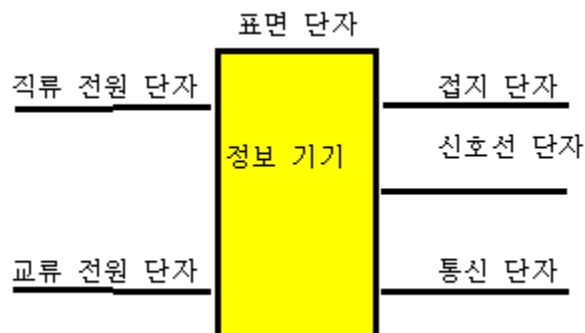


그림 1 - 단자의 설명

3.8 **표면 단자** : 전자기장이 방사되거나 부딪히는 곳에서의 기기의 물리적 경계. 플러그인 유닛(Unit)들에 대하여 물리적 경계는 호스트 유닛으로서 정의될 것이다.

3.9 **케이블 단자** : 전도체나 케이블이 기기에 연결되어 있는 지점. 예로서는 신호와 전원 단자를 들 수 있다.

3.10 **전화 통화** : 네트워크와 통신 터미널 기기(TTE)내에서 네트워크를 통해 다른 통신 터미널 기기 정보(언어, 화상 혹은 데이터)가 서로 교환할수 있도록 활성화하는 과정.

주- 통화는 제조자에 의해 정해진 방법으로 동작 되어야 한다. 회로 개폐기 서비스에 대해 64 kbit/s 나 등가적인 경로가 양쪽단에서 유효할 때, 데이터의 상호교환이 가능한 것으로 고려한다. 패킷 서비스에 대해 가상적 경로가 호출된 통신 터미널 기기에 대해 설정되었을 때, 정보의 상호교환이 가능한 것으로 생각한다.

3.11 **전화 통화 설정** : 네트워크와 관련하여 다른 통신 터미널 기기와 정보를 상호 교환 할수 있는 상태에 이르도록 사용자나 자동 처리를 위한 동작 절차. 3.10의 주 참조.

3.12 **전화 통화 수신** : 사용자나 자동 처리를 위해 다른 통신 터미널 기기와 정보를 상호교환 할수 있는 상태에 이르도록 네트워크에 의하거나 관련하여 초기화되는 동작 절차. 3.10의 주 참조.

3.13 **전화 통화 유지** : 통화의 일소나 재 통화 없이 상호정보 교환을 위한 능력.

3.14 **전화 통화 일소** : 네트워크와 관련하여( 근거리 통화자의 초기화 또는 원거리 통화자의 초기화) 새로운 통화의 수립이 가능한 상태로 복귀함에 의해 정보의 상호교환 능력을 정지시키도록 사용자나 자동처리를 위한 동작 절차. 3.10의 주 참조.

3.15 **네트워 단말기 (NT)** : 통신망의 종단을 대표하는 보조 장비.

3.16 **전화 서비스** : 네트워크를 통해 실시간 양방향 언어소통을 위한 능력을 사용자에게 제공하는 서비스(ITU-T 권고 1.241.1 참조).

3.17 **원거리 통신 단말 장비** : 공공 혹은 개인 통신망에 연결코저 하는 장비로서 다음과 같다 :



a) 정보의 송신, 처리 혹은 수신을 위하여 통신망의 종단에 직접적으로 연결되는 단말 ; 혹은

b) 정보의 송신, 처리 혹은 수신을 위해 통신망의 종단에 직접적으로 혹은 간접적으로 연결되어진 통신망과 서로 동작하는 단말을 이른다.

3.18 **다기능 기기** : 본 표준이나 다른 표준에 따라 동일한 기기에서 두 가지 이상의 기능을 수행하는 정보기술기기

주 - 정보기술기기의 예는 다음과 같다

- 정보통신 기능과 방송수신 기능이 있는 개인용 컴퓨터
- 측정 기능등이 있는 개인용 컴퓨터.

## 4. 내성 시험 요구안

### 4.1 일반

기기에 대한 내성 시험 요구안들은 각 단자별로 적용되어진다.

시험들은 명확히 정의되고 재현할 수 있는 방식으로 수행되어야 한다.

시험은 독립적으로서 순서적으로 수행되어야 한다. 시험의 순서는 선택적이다.

험, 시험 발생기, 시험 방법과 시험 배치에 대한 기술은 다음의 표에 언급되어진 KN의 기본 전자과 적합성 기준에 설명되어 있다.

KN의 기본 전자과 적합성 기준의 내용들은 이 기준안에서 반복되지 않는다. 그러나 시험의 실제적 적용을 위해 필요한 수정되거나 추가된 정보들은 이 기준안에서 기술된다.

### 4.2 특정 요구안

#### 4.2.1 정전기 시험 (ESD)

정전기 방전은 리본 및 종이 롤 교환과 같이 사용자 설명서에서 명시된 것으로써 사용자의 접근을 포함한 일반적인 동작 동안 사용자의 접촉이 예상되는 부분과 피시험기기의 표면 및 부분에만 적용되어야 한다.

방전은 다음의 두가지 방법으로 적용되어야 한다 :

a) 전도성 표면과 결합면에서의 접촉 방전:

피시험기기는 최소 4개의 시험지점(각 지점에서 최소한 50회의 방전)에서 양극

과 음극으로 각 100회씩 적어도 200회의 방전이 인가 되어져야 한다. 시험지점 중 하나는 수평 결합면 앞부분 모서리의 중앙에 적어도 50회의 간접 방전(접촉)이 적용되어야 한다. 나머지 세 개의 시험지점들은 50회의 직접 접촉 방전이 적용되어야 한다.

만약 어떠한 직접 접촉 시험 지점이 가능하지 않다면 적어도 200회의 간접 방전(간접모드)이 적용되어야 한다(수직결합면(VCP)의 사용에 대하여는 KN 61000-4-2 참조). 시험은 초당 1회의 최대 반복율에서 이루어져야 한다.

b) 흠 과 틈 그리고 절연면 에서의 기중 방전 :

접촉 방전시험이 가능하지 않은 피시험기기의 부분들에 대해서 기기는 열쇠 구멍이나 키보드와 전화기 핸드셋의 외부표면등과 같이 기능 정지가 발생 할수도 있는 사용자 접근 부위인지에 대해 조사하여야 한다. 이런 부분들은 기중방전 방법을 사용하여 시험되어진다. 또한 도료로 도포된 표면들에 대해서는 KN 61000-4-2를 참조한다. 이러한 조사는 사용자에게 의해 평상적으로 다뤄지는 부위로 한정되어져야 한다. 최소 10회의 단일 기중방전이 이런 부위의 선택되어진 시험 부분에 적용되어야 한다.

개방된 커넥터의 접속핀에 대한 정전기 시험 적용은 이 기준안에 의해 요구되어지지 않는다.

#### 4.2.2 전기적 빠른 과도 현상 내성 시험 (EFT)

시험 방법은 KN 61000-4-4에 주어져 있다. 그러나 기기 설치 장소에서의 측정을 위한 시험 배치는 정보기기에 대해 적용되지 않는다.

시험 절차는 다음의 정정사항들 및 설명들과 더불어 KN 61000-4-4에 주어진 바와 같다.

- 만약 기기가 여러개의 동일한 단자를 가진다면 한 단자에만 시험되어야 한다.
- 50쌍의 통신 케이블과 같은 다중전도 케이블은 한 개의 케이블로서 시험되어야 한다. 이 시험에서 케이블은 각각의 개체로 쪼개어 지거나 나뉘어 져서는 안된다 ;
- 제조자에 의해 3 m를 넘지않는 데이터 케이블에 연결되어 지도록 된 인터페이스 단자에 대해서는 시험되지 않아야 한다.

#### 4.2.3 연속적 방사 주파수 내성 시험

방사 내성 시험을 위한 최적의 주파수 범위는 80 MHz에서 1000 MHz 이다. 전

도 내성 시험을 위한 최적의 주파수 범위는 0.15 MHz에서 80 MHz이다. 그러나 방사 시험은 80 MHz 이하의 시작 주파수로 수행되어질 수도 있다 ; 이 경우에 전도 내성 시험 (적용 가능한)은 이 시작 주파수까지 수행되어야 함을 필요로 한다.

주파수 범위는 규정된 데로 주사되어진다 ; 그러나 몇몇 선택된 주파수들에 대해서는 더 포괄적인 기능적 시험이 요구될 수도 있다. 이들 선택된 주파수에 대한 시험을 실행하기 위한 요구안은 보편적으로 모든 제품에 적용될 수 있지는 않다. 그러나 부록 A(특별히 명시되어진 특정 제품에 대해)에 명시한 이 요구안에 해당하는 제품에 대해서는 가능하다.표 1에서 4에 선택된 주파수가 주어진다.

각 주파수에서의 인가시간은 피시험기기가 동작하거나 반응되어지는데 필요한 시간보다 적어서는 안된다. 그러나 거주시간은 방사하는 동안 각 주파수에 대해 5초를 초과해서는 안된다.

피시험기기를 활성화 하는데 걸리는 시간은 한 프로그램이나 한 주기의 총 시간으로 해석되어서는 안되지만 피시험기기 실패의 경우는 반응시간과 관계가 되어져야 한다.

#### 4.2.3.1 방사 내성

시험과정은 IEC 61000-4-3에 따른다.

피시험기기는 4개의 각 피시험기기 측면이 차례로 전자장에 노출되어지도록 위치 되어야 한다. 각 측면에 대해서 피시험기기의 내성이 조사 되어질것이다.

주파수 범위를 통해 (예를 들면, 사전시험등을 통해) 피시험기기의 가장 민감한 측면이 알려진 경우, 그 표면에 대해서만 시험이 실행되어질 수 있다.

논쟁이 있을 경우, 4개 측면에 대한 시험의 결과가 우선한다.

방사 안테나에 의해 적당히 조사할수 없을 만큼 큰 피시험기기인 경우, 부분 조사가 쓰여져야 한다.

부분 조사는 다음 기술중 한가지를 사용함으로써 수행되어져야 한다.

- 이전의 안테나 빔폭 바깥 피시험기기 부분들에 조사하기 위하여, 전면부가 (교정점과 방사 안테나 사이의 축과 수직으로) 시험거리 조정에 의해 방사 안테나로부터 떨어져 있도록 피시험기기를 재위치 시킨다.
- 피시험기기가 여러개의 모듈로 구성되어진 경우에는 모듈들은 안테나 빔폭 내에서 분리되어 시험되어질 수 있다.

논쟁이 있는 경우, 피시험기기의 전체 조사가 우선한다.

주파수 범위는 규정 시험레벨의 2배 레벨을 적용하여 기본 주파수의 4%를 초과하지 않는 스텝 크기로서 증가하며 통과 되어질수 있다

논쟁이 있을 경우, 1% 스텝 크기의 시험결과가 우선한다.

#### 4.2.3.2 전도 내성

KN 61000-4-6 로부터 추가적 변경은 ( 4.2.3.1에 특정화 된 것외에는 ) 없어야 한다.

#### 4.2.4 전원 주파수 자체 내성

시험 절차는 KN 61000-4-8에 따른다.

피시험기기는 그 제품의 기능적 요구조건을 만족시키도록 정리되고 연결되어야 하며 코일 시스템의 중앙에 위치해야만 한다 (잠금법).

제품 제조자에 의해 제공된 케이블들이 사용되어야 하고, 그것이 없을 경우에는 다루어질 신호에 알맞은 유형의 적당한 대용적 케이블이 사용되어야 한다.

물리적으로 큰 제품은 완전히 자기장에 잠겨있을 필요는 없고, 단지 민감한 부분(CRT 모니터, 이 부분만이 민감하다면)에만 필요하다. 이러한 경우, 그리고 CRT 모니터가 정보기기에 통합되어 있다면, CRT 모니터나 민감한 부분은 시험을 위해 분리 되어질수 있다.

#### 4.2.5 서지 내성

시험 절차는 KN 61000-4-5나 적절하다면 ITU-T K20, K21 또는 K22에 따른다.

#### 4.2.6 전압 강하와 순시 정전 내성

시험 과정은 KN 61000-4-11에 따른다. 그 기준과 차이가 없어야 한다.

### 5. 적용성

시험은 표 1에서부터 4까지에 따라 기기의 관련된 포트에 적용되어야 한다. 시험은 관련된 단자가 있는 곳에 수행되어야 한다.

몇몇의 시험종목이 부적당하고 그래서 불필요하다는 것은 기기의 용도와 전기적

특성을 고려함으로써 결정되어질 수 있다. 그런 경우에 어떠한 특정 단자에 어떠한 특정 시험이 적용

되지 않는다는 결정과 정의는 시험 성적서에 기록되어야 한다.

본 표준이나 다른 표준의 각 조항을 동시에 따르는 다기능 기기는, 장비를 내부적으로 변경하지 않고 작동할 수 있다면, 각 기능이 분리되어 동작하는 상태로 시험해야 한다. 따라서 시험된 기기는 각 기능이 관련 규정/표준의 요구사항을 충족하였을 때 모든 규정/표준의 요구사항을 충족하는 것으로 간주한다. 예를 들어, 방송수신 기능이 있는 개인용 컴퓨터는 CISPR 24에 따라 방송수신 기능을 비활성화한 상태에서 시험해야 하며, 이 기기가 정상 동작 조건에서 각 기능이 분리되어 동작할 수 있다면 CISPR 20에 따라 방송수신 기능만 활성화된 상태로 시험해야 한다.

각 기능이 분리되어 동작하는 상태로 시험하는 것이 실용적이지 않거나 특정 기능을 분리하면 기기가 주 기능을 실행할 수 없게 되는 기기의 경우, 또는 몇 가지 기능을 동시에 동작하면 측정 시간을 절감할 수 있는 경우, 필요한 기능이 동작하는 상태에서 관련 규정/표준의 조항을 충족한다면 이 기기는 적합한 것으로 간주한다. 예를 들어, 방송수신 기능이 있는 개인용 컴퓨터가 계산 기능을 분리한 상태에서 방송수신 기능을 수행할 수 없다면, 개인용 컴퓨터는 이러한 요구사항에 대해 CISPR 24와 CISPR 20에 따라 계산 기능과 방송수신 기능을 함께 시험할 수 있다.

시험 규격이나 시험 셋업 또는 성능 기준이 서로 달라 어떤 표준에서 특정 포트나 주파수 또는 기능을 제외하는 것이 허용되는 경우, 다기능 기기의 관련 기능을 각 표준에 대해 시험하는 것이 허용된다 (예: 안테나 포트에 표 2를 적용하는 것을 제외 또는 CISPR 24에 따라 방송수신 기능을 내장한 기기를 측정하는 동안 방송수신 기능의 평가를 제외).

## 6. 시험 조건

### 6.1 일반 조건

시험은 전형적인 응용과 일치하여 가장 대표적인 모드에서 모든 기본적 기능들을 실행하도록 되어야 한다. 시험 시료는 일반적 설치 관례와 일치하는 방법으로 이루어져야 한다.

만약 기기가 시스템의 일부거나 보조 기기에 연결되어 질 수 있다면, 기기는 KN 22에 기술된 것과 비슷한 방법으로 단자를 활성화하기 위해 필요한 보조 기기의

최소한의 대표적인 구성에 연결하여 시험되어야 한다.

시험중의 배치와 동작 모드는 시험 보고서에 정확히 기록되어야 한다. 기기의 장치에 대해 모든 기능을 시험하는 것이 항상 가능하지는 않다 ; 이런 경우 가장 민감한 모드가 선택되어질 것이다.

만약 기기가 많은 수의 단자나 많은 수의 비슷한 연결부와 비슷한 단자를 가졌다면, 실제적 동작조건을 모의시험 하기위해 그리고 단자들의 여러 종류가 포함되어지는 것을 보증키 위해 충분한 수의 것들이 선택되어져야 한다.

코일 케이블(키보드 케이블과 같은)은 시험중에 의도적으로 찢어서는 안된다. 그런 케이블들에 대해 이후 보여지는 표의 참조에서 명시되는 길이는 늘려지지 않은 조건의 길이로서 참조된다.

피시험기기에 연결된 시험 장비나 보조 장비(예를 들면 NT나 모의시험기)는 시험의 결과에 어떠한 영향도 주어서는 안된다.

제조자의 명세가 사용자의 안내서에 명백히 명기된 외부 보호 소자나 조치를 요구한다면, 이 기준의 시험 요구조건은 외부 보호 소자나 조치에도 적용되어야 한다.

시험중, 기본 기준에 다른 것이 지시되어있지 않는한 환경 조건과 공급 전압은 제품의 특정 작동 범위내에서 유지되어야 한다.

만약 전원 공급 케이블에 독립적인 접지가 제공된다면 이 접지는 모든 다른 단자에서의 시험(표 1부터 4까지 주어진)을 위하여 제조자의 명세에 따라 설치해야 한다.

## 6.2 특정 조건(피시험기기 동작 모드 및 기타 등등)

부록들에서 명시된 특정 조건들은 일반 조건의 해당 부분보다 우선한다.

이 기준 내에서 특별한 기능들에 대한 특정 조건들이 주어지지 않은 곳에서는, 일반적 조건들이 적용되어야 한다.

## 6.3 기기 셋업

내성 시험을 위한 정보기술 기기의 시험 셋업에는 몇 가지가 있다. 예로 정보기술 기기의 복조 음압 레벨(spl) 및 복조 차동 모드 신호를 측정하기 위한 시험 셋업을 들 수 있다. 이 경우에 부속서 A의 그림 A.1 ~ A.8에 따라 피시험기기(EUT)를 구성하고 셋업할 것이 권고된다.

그림 A.1 ~ A.8은 소형 간이교환전화장치(key telephone system)에 적합한 특정한 시험 셋업의 예이다. 이 유형의 장치는 대개 주 피시험기기(M-EUT)와 부속 피시험기기(S-EUT, 전화 단말기 등)로 구성된다. 본 문서의 목적은 피시험기기의 두 부분을 순차적으로 시험하는 것이다.

## 7. 성능 평가 기준

제조자는 제품이 의도한 대로 사용 되어질 때 그에 의해 규정된 제품의 성능과 관련한 성능 판단 기준을 표현할 의무를 가진다.

다음의 성능 판단 기준이 적용되고, 언급된 기능이 수행 되어질 때 평가 되어져야만 한다..

### 7.1 일반적 성능 평가 기준

시험 중 평가되어야 할 제조자에 의해 정의된 기능들의 예들은 다음과 같으나, 제한되어 있지는 않는다 :

- 필수적 동작 모드와 상태 ;
- 모든 주변장치 접근성에 대한 시험(하드 디스크, 플로피 디스크, 프린터, 키보드, 마우스, 기타등등) ;
- 소프트웨어 실행의 품질 ;
- 데이터 전시 및 전송의 품질 ;
- 음성 전송에 대한 품질 ;

### 성능 평가 기준 A

기기는 작동자의 개입없이 의도되어진 동작을 지속하여야 한다. 기기가 의도되었던 대로 사용될 때 제조자에 의해 명시된 성능 레벨 이하에서의 성능 저하 또는 기능 손실은 허용되어지지 않는다. 성능 레벨은 허용 성능의 손실로 표현될 수도 있다. 만약 최소 성능 레벨이나 허용되는 수행의 손실이 제조자에 의해 명시되어 있지 않았다면, 이러한 판단은 제품 설명서나 문서, 그리고 기기가 의도된대로 사용 되어질때 사용자가 기기로부터 이성적으로 기대할 수 있는 정상 동작의 기준으로부터 유추 되어질수 있다.

### 성능 평가 기준 B

시험 후에 기기는 작동자의 개입없이 의도되어진 동작을 지속하여야 한다. 기기가 의도되었던 대로 사용될 때 제조자에 의해 명시된 성능 레벨 이하에서의 현상 적용 이후의 성능 저하 또는 기능 손실은 허용되어지지 않는다. 성능 레벨은 허용 가능한 성능의 손실에 의해 대신 할수 있다.

시험중에는 성능의 저하가 허용된다. 그러나 동작 상태나 저장된 데이터의 변화가 시험후에도 지속되는것은 허용되지 않는다.

만약 최소 성능 레벨이나 허용되는 수행의 손실이 제조자에 의해 명시되어 있지 않았다면, 이러한 판단은 제품 설명서나 문서, 그리고 기기가 의도된대로 사용되어질때 사용자가 기기로부터 이성적으로 기대할 수 있는 정상 동작의 기준으로부터 유추 되어질수 있다.

### **성능 평가 기준 C**

기능이 자기 복구가 가능하거나 사용자가 제품 설명서에 지시된 대로 기기를 제어함으로써 회복 되어질수 있다면 기능의 손실이 허용된다.

비휘발성 기억장치에 저장되어 있거나 건전지 백업에 의해 보호되는 기능이나 정보는 손실되지 않아야 한다.

### **7.2 특정 성능 평가 기준**

규범 부록들 내에 명시된 특정 성능 평가 기준은 일반 성능 평가 기준과 일치되는 부분에서 우선 적용한다.

명시된 기능에 대한 특정 성능 평가 기준이 주어지지 않는다면, 일반적 성능 평가 기준을 적용한다.

## **8. 제품 문서**

이 기준에 의해 요구되는 시험을 위한 성능 평가 기준을 정의하기 위해 제조자에 의해 규정된 제품 명세서는 필요시 사용자에게 유용하게 될 수 있도록 만들어져야 한다.



표 1 - 표면 단자의 내성

시험 항목	시험 사양	단위	시험 기준	성능 평가 기준	비고
전원 주파수 1 자계 내성	50 또는 60 1	Hz A/m (r.m.s)	KN 61000-4-8	A 부록 B참조	(주1)
1 방사 내성	$\leq 80-1\ 000$ 3 80	MHz V/m(무변조, r.m.s.) % AM (1 kHz)	KN 61000-4-3	A	명시된 시험 레벨은 변조전의 레벨이다 (주2)(주3)
1 정전기 방전	4(접촉 방전) 8(기중 방전)	kV kV	KN 61000-4-2	B	

1) 음극선관 모니터, 홀 개체, 전기역학적 마이크로폰, 자계 센서같이 자계에 대하여 민감한 소자를 포함하고 있는 장비에 대하여만 적용이 가능하다.

2) 전체 주파수는 명시된 데로 주사된다. 그러나 부록 A에서 명시되었듯이 몇몇 제한된 수의 주파수에 대해서 추가적 포괄적 기능 시험이 수행되어야 한다. 선택된 주파수는 다음과 같다 : 80, 120, 160, 230, 434, 460, 600, 863 과 900 MHz (±1%)

3) 시험은 80 MHz보다 낮고 26 MHz보다 낮지 않은 시작 주파수로 수행 될 수 있다.

표 2 - 신호 단자와 통신 단자의 내성

시험 항목	시험 사양	단위	시험 기준	성능 평가 기준	비고
2. 전도 내성	0.15-80 3 80	MHz V(무변조, r.m.s.) % AM(1 kHz)	KN 61000-4-6	A	(주1)(주2) (주3)
2. 서지 내성	1.2/50 ± 1 ( 선 - 접 지 간 )	Tr/Th $\mu s$ kV	KN 61000-4-5	B	(주4)
2. 전기적 빠른 과도 현상 내성	0.5 5/50 5	kV Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	B	(주1)

(주1):연결선의 길이가 3m를 초과하는 통신을 지원하는 단자에만 적용한다.

(주2):1.시험레벨은 변조하기 전의 실효치 값이며 실제 시험시에는 AM 신호를 인가한다.

2.신호선에서 영상 및 음성신호 단자는 EM클램프를 사용하여 시험한다.

(주3):통신 단말장치와 팩시밀리에 대해서는 추가적으로 다음 주파수에 대한 포괄적인 기능시험을 실시 하여야 한다.

7.1, 13.56, 21, 27.12 MHz (±1%)

(주4):사용자 설명서에 따라 외부케이블에 직접적으로 연결되는 단자에만 적용한다.

1) 1항과 2항은 2002년 1월 1일부터 적용한다.

표 3 - 입력 직류 전원 단자의 내성 (교류/직류 전력 변환기를 가지고 마케팅되는 기기는 제외)(만약 직류 전력이 신호선 속에 있는 전도체에 의해 공급된다면, 표 2의 요구사항이 이 케이블에 적용된다.)

시험 항목	시험 사양	단위	시험 기준	성능 평가 기준	비고
3 전도 내성	0.15-80 3 80	MHz V(무변조, r.m.s.) % AM(1 kHz)	KN 61000-4-6	A	(주1) (주2)
3 서지 내성	1.2/50 (8/20) ±0.5 (선-접지간)	Tr/Th $\mu$ s kV(첨두치)	KN 61000-4-5	B	(주3)
3 전기적 빠른 과도 현상 내성	0.5 5/50 5	kV Tr/Th ns kHz (반복 주파수)	KN 61000-4-4	B	(주3)
<p>(주1):통신 단말장치와 팩시밀리에 대해서는 추가적으로 다음 주파수에 대한 포괄적인 기능시험을 실시 하여야 한다. 7.1, 13.56, 21, 27.12 MHz (±1%)</p> <p>(주2):시험레벨은 변조하기 전의 실효치 값이며 실제 시험시에는 AM 신호를 인가한다..</p> <p>(주3):사용자 설명서에 따라 외부케이블에 직접적으로 연결되는 단자에만 적용한다.</p>					
1) 1항과 2항은 2002년 1월 1일부터 적용한다.					

표 4 - 입력 교류 전원 단자의 내성 (분리된 교류/직류 전원 변환기가 구입된 장비를 포함)

	시험 항목	시험 사양	단위	시험 기준	성능 평가기준	비고
4	전도 내성	0.15-80 3 80	MHz V(무변조, r.m.s.) % AM(1 kHz)	KN 61000-4-6	A	(주1)
4	전압 강하	>95	% 감소	KN 61000-4-11	B	(주2)
		0.5	주기		C	(주3)
		30 25	% 감소 주기			
4	순시 정전	>95 250	% 감소 주기	KN 61000-4-11	C	(주2) (주3)
4	서지 내성	1.2/50 (8/20) ±1 (선-선간) ±2 (선-접지 간)	Tr/Th $\mu s$ kV(첨두치) kV(첨두치)	KN 61000-4-5	B	
4	전기적 빠른 과도 현상 내성	±1 5/50 5	kV(첨두치) Tr/Th ns kHz (반복 주파수)	KN 61000-4-4	B	
(주1):시험레벨은 변조하기 전의 실효치 값이며 실제 시험시에는 AM 신호를 인가한다						
(주2):입력단자에만 적용한다.						
(주3):전압파형의 위상이 0°에서 실시 한다.						
1)4.1항,4.2항,4.3항 및 4.4항은 2002년 1월 1일부터 적용한다						

## 부록 A

### 통신 터미널 기기

#### A.1 아날로그 접속을 가지는 통신 터미널 기기

##### A.1.1 특정 시험 조건

전기 통신 터미널 장비는 그것의 공칭 임피던스로 전기통신회선(혹은 기준선)과 연결하기 위해 형성되어야 한다. 보조 장비는 원거리통신 네트워크를 모의실험하기 위해 쓰일 수 있다.

##### A.1.2 특정 수행 지침

다음의 성능 평가 기준은 기능이 실행될 때에만 적용될 수 있다.

#### 성능 평가 기준 A

##### a) 소인된 주파수 시험

시험은 아래 설명되어지는 두가지 측정 방법중 한 가지에 따라 수행되어야 한다.

논쟁이 있을 경우, 시험은 원래 수행되었던 대로 수행되어야 한다.

#### 측정 방법 1

볼륨 조절(그것이 존재한다면)은 제조자가 언급한 공칭값의 위치에 가능한 가깝게 맞춰야 한다.

음향 압력 레벨(spl)은 IEC 60318에서 정의된 바와 같이 통신 터미널 기기의 음향 수신 소자에 손실 없이 결합되는 눈금 있는 인공 귀를 이용하여 측정되어야 한다. 주변 음향 잡음은 40 dB(spl)보다 작아야 한다. 가청 채널은 열려 있어야 하고 동작중이어야 한다.

모든 명시된 주파수 범위 내에서 소인하는 동안 다음이 수행되어야 한다.

- 통신 터미널 기기는 설정된 통화를 유지할 수 있어야 한다 ;
- 통신 터미널 기기 지원 전화 서비스를 지원하는 통신 터미널 기기에 대해서는 다음도 또한 적용된다 :

통신 단자상에서 측정된 복조 협대역 1 kHz(100 Hz의 최대 측정 대역폭) 차동 모드 신호는 통신 터미널 기기의 일반적 임피던스(제조자에 의해 명시된)에서

측정되었을때 표 A.1에 주어진 값들보다 커서는 안된다.

– 음향 접촉을 갖는 통신 터미널 기기에 대해서는 다음도 또한 적용된다 :  
수신단에서의 복조된 음압 레벨(spl)은 표 A.1에 주어진 값들보다 커서는 안된다.

**표 A.1 – 통신 포트와 음향 수신 소자에서의 최대 음향 복조 레벨(측정방법 1)**

주파수 대역 (MHz)	내성 시험의 형태	잡음 신호 (dBm)	음향 압력 레벨 (dB(spl))
0, 15 ~ 10	전도	-50	55
10 ~ 30 (26.95 ~ 27.29 제외)	전도	-50 ~ -30 (주 2 참조)	55 ~ 75 (주 2 참조)
26.95 ~ 27.29	전도	-40	65
30 ~ 80	전도	-20	85
80 to 1000 ( 900*제외)	방사	-30	75
900*	방사	-50	55

\* 이 요구안은 900 MHz에서 동작하는 디지털 이동 서비스가 없는 국가에 대해서는 적용되지 않는다.

주 1 – 이 시험들은 음향 인터페이스를 가지는 소자에 대한 진폭 변조 방사 주파수 간섭에 대한 최소한으로 받아들여지는 내성을 확신시키기 위해 고안되었다. 복조 방해 레벨은 실제로 받아들여지게 되는 것들보다 더 높다. 시험상의 레벨들은 40dB(spl)의 배경 음향 잡음 레벨을 허용하는 최대값과 기능적 시험을 위해 적용되어지는 시험 레벨을 간주하며, 그것들의 실제 시험 편의상 선택되어진다. 진폭 복조 방해는 의도하지 않은 사각법 검출기로써 움직이는 반도체 집합으로부터 대부분 변함없이 발생하고 있다. 이것은 적용되는 방사신호 레벨상의 각 1dB의 변화에 대하여 복조 레벨은 2 dB의 변화를 가진다는 것을 의미한다. 그러므로 만약 3V/m의 시험장 캐리어 레벨에 피시험기기가 종속되어있는 방사 내성 시험이 55dB(spl)의 결과적 복조 음향 1 kHz 방해 출력을 양산해 낸다면(편의상 40dB(spl)의 허용되는 배경 잡음 레벨 이상에서만, 보통의 청취를 하는 대부분의 청취자에 대한 뚜렷이 성가시게하는 음향 레벨), 시험은 실제 상황에서 같은 장비에 적용되는 1 V/m(대략 10dB낮은 장의 세기)의 AM 방해장이 실제적 청취환경내에서 대부분의 사람들이 성가시다고 지각하지 못하는 대략 35 dB(spl)의 복조 음향 방해 레벨을 양산해낸다는 것을 확신시킨다.

주 2 – 명시된 범위의 레벨은 주파수 대수에 따라 선형으로 변한다.

## 측정 방법 2

볼륨 조절(그것이 존재하는 곳에서)은 교정하는 동안 고정된 레벨에 맞추어야 하고 시험중에는 변경하지 말아야 한다.

모든 규정된 주파수 범위 내에서 소인되어 지는 동안 다음이 충족되어야 한다.

– 통신 터미널 기기는 설정된 통화를 유지할 수 있어야 한다 ;

- 통신 터미널 기기 지원 전화 서비스에 대하여 다음도 또한 적용된다 :

가청 채널은 열려 있고 동작 상태에서 통신 단자상에서 측정된 복조 차동 모드 잡음은 통신 터미널 기기의 공칭 임피던스(제조자에 의해 명시된)에서 측정된 표 A.1에 주어진 값들보다 커서는 안된다. 측정 대역폭은 1 kHz에서 최대 100 Hz이어야 한다.

- 음향 인터페이스를 갖는 통신 터미널 기기에 대해서는 다음도 또한 적용된다 :

1 kHz, -40 dBm의 정현파 신호는 통신회선(방사장 없는 신호 레벨)에 가해진다. 출력 음향 소리 레벨은 마이크로폰을 이용하여 측정되어진다. 측정된 레벨은 기준 레벨로서 사용되고 기록되어야 한다. 기준 레벨을 설정하는데 쓰이는 신호는 실제 시험

동안에는 스위치가 꺼져있다. 측정 대역폭은 최대 100Hz이어야 한다.

배경 잡음은 기준 레벨이하에서 15 dB 레벨을 초과해서는 안된다.

기준 레벨에 대해 설명된 방법으로 측정된 수신 방향으로의 복조 차동 모드 잡음

은 표 A.2에 주어진 값보다 커서는 안된다.

**표 A.2 - 통신 포트에서의 최대 복조 차동 모드 레벨 (측정 방법 2)**

주파수 대역 (MHz)	내성 시험의 형태	복조 차동 모드 잡음 (dBm)
0.15 ~ 10	전도	기준 레벨 -10dB
10 ~ 30 (26.95 ~ 27.29 제외)	전도	(기준 레벨 -10dB) ~ (기준레벨 +10 dB) (주 2 참조)
26.95 to 27.29	전도	기준 레벨
30 ~ 80	전도	기준 레벨 +20dB
80 to 1000 (900* 제외)	방사	기준 레벨 +10dB
900*	방사	기준 레벨 -10dB

\* 이 요구조건은 900MHz가 존재하는 곳에서 작동하는 디지털 이동 서비스가 없는 국가에 대해서는 적용되지 않는다.

주 1 - 표 A.1 에 대한 주 1을 참조한다.

주 2 - 명시된 범위의 레벨은 주파수 대수에 따라 선형으로 변한다.

#### b) 선택된 주파수 시험

다음은 표 1, 2, 3 과 4에서 명시된 지점의 주파수에서 이행되어야 한다(이것은 장내에서 작동자의 존재를 피하기 위해 선상에 보내지는 데이터를 확인함에 의해 보여질 수 있다).

- 통신 터미널 기기는 전화 서비스로 통화를 설정할 수 있어야 한다 ;
- 통신 터미널 기기는 통화를 수신할 수 있어야 한다 ;
- 통신 터미널 기기는 통화를 제거할 수 있어야 한다 ;
- 통신 터미널 기기가 데이터(전화가 아닌) 서비스를 제공하기 위해 의도되어진 곳에서 전송을 위해 요구되는 시간은 시험의 적용 결과로서 제조자에 의해 정의된 것 이상으로 증가해서는 안된다.

### **성능 평가 기준 B**

다음이 이행되어야 한다 :

장해가 적용되기 전에 설정된 통화는 유지되어야 한다.

장해의 적용후에 확인되어야 할 요구사항

- 통신 터미널 기기는 통화를 설정할 수 있어야 한다 ;
- 통신 터미널 기기는 통화를 수신할 수 있어야 한다 ;
- 통신 터미널 기기는 통화를 제거할 수 있어야 한다 ;

### **성능 평가 기준 C**

장해의 적용후에 확인되어야 할 요구사항

- 통신 터미널 기기는 통화를 설정할 수 있어야 한다 ;
- 통신 터미널 기기는 통화를 수신할 수 있어야 한다 ;
- 통신 터미널 기기는 통화를 제거할 수 있어야 한다 ;

## **A.2 디지털 인터페이스를 포함하는 통신 터미널 장비**

### **A.2.1 특정 시험 조건**

기기의 공칭 임피던스 값을 가지는 통신 회선에 연결할수 있도록 통신 터미널 기기를 배치해야한다. 통신 네트워크를 모의하기 위한 보조 장비가 사용될 수도 있다.

디지털적 기본적 접근을 위해, 통신 터미널 기기에 전화 서비스를 제공하는 종합

정보 통신망 인터페이스는 적용된 디지털 신호를 아날로그로 변환시켜주는 아이들(idle) 모드로 맞춰져야 한다.

#### A.2.2 특정 성능 평가 기준

동작 기능들을 구현할 때에만 다음 성능 평가 기준을 적용한다.

##### 성능 평가 기준 A

###### a) 소인된 주파수 시험

다음에 설명된 두가지 측정 방법중 하나에 따라 시험을 실시해야 한다.

논쟁의 소지가 있을 경우, 원래 수행했던 대로 시험을 해야한다.

##### 측정 방법 1

볼륨 제어(존재할경우)는 제조자가 언급한 공칭 값을 나타내는 위치에 가능한한 가깝게 맞춰야 한다.

응답 레벨(spl)은 IEC 60318에서 정의된 것처럼, 통신 터미널 기기의 수신 기기에 손실없이 전달되는 인공귀를 사용해서 측정되어야 한다. 배경 소리 잡음은 40 dB이하이어야 한다. 오디오 채널은 열려있어야 하고 사용 가능해야 한다.

모든 규정된 주파수 범위에서 소인하는 동안 다음 사항이 만족되어야 한다.

- 통신 터미널 기기는 만들어진 호출을 유지해야한다.
- 전화 서비스를 유지하는 통신 터미널 기기에 대해, 다음 사항이 적용된다 :  
수신기 방향에서 복조된 다른 모드의 잡음과 소리의 세기 레벨은 표 A.3에 주어진 값보다 더 커서는 안된다 ;
- 소리 인터 페이스를 가지는 통신 터미널 기기에 대해, 다음 사항이 적용된다 :  
수신기 방향에서 복조된 소리의 세기 레벨은 표 A.3에 주어진 값보다 더 커서는 안된다



**표 A.3 - 통신 단자와 음향 수신 기기에서 복조된 차동 모드의 잡음레벨 및 음압 레벨 (측정방법 1)**

주파수 대역 (MHz)	내성 형식	복조된 다른 모드의 잡음 (dBmO)	소리의 세기 레벨 (dB(spl))
0.15 ~ 10	전도	-50	55
10 ~ 30 (26.95 ~ 27.29 제외)	전도	-50 ~ 30 (주 2)	55 ~ 75 (주 2)
26.95 ~ 27.29	전도	-40	65
30 ~ 80	전도	-20	85
80 ~ 1000(900 제외)	방사	-30	75
900*	방사	-50	55

\*이 요구 조건은 900MHz에서 동작하는 디지털 이동 서비스가 존재하지 않는 국가에 대해서는 적용되지 않는다.

주 1 - 표 A.1의 주 1을 참조한다.

주 2 - 명시된 범위의 레벨은 주파수 대수에 따라 선형으로 변한다.

## 측정 방법 2

눈금 조정하는 동안 볼륨 제어기를 고정된 레벨에 맞춰야 한다. 그리고 시험하는 동안 변화되어서는 안된다.

모든 규정된 주파수 범위에서 소인하는 동안 다음 사항이 만족되어야 한다.

- 통신 터미널 기기는 만들어진 호출을 유지해야한다.
- 전화 서비스를 유지하는 통신 터미널 기기에 대해, 다음 사항이 적용된다 :

오디오 채널이 열려있고 사용가능할 때, 할당된 B-채널에서 측정된 값 즉, 피 시험기기로부터 복조된 다른 모드 잡음과 소리의 세기 레벨은 표 A.3에 주어진 값보다 커서는 안된다. 측정 대역폭은 100 Hz에서 최대 1 KHz이어야 한다 ;

- 소리 인터 페이스를 가지는 TTE에 대해, 다음 사항이 적용된다 :

1 kHz , -40 dBmO인 정현파 신호를 나타내는 A-law로 암호화된 디지털 신호는 원격통신 회선(방사 장애파가 없는 신호 레벨)에 실려야 한다. 검출되는 소리의 세기 레벨은 마이크로폰을 이용해서 측정된다. 기준 레벨을 만들기 위해 사용되는 신호는 실제 시험하는 동안에는 차단한다. 측정 대역폭은 최대 100 Hz이어야 한다.

시험하는 동안, 아이들(idle) 코드는 할당된 B-채널로 보내져야 한다.

주변 잡음은 기준 레벨보다 15 dB를 초과해서는 안된다.

기준 레벨에 대해 설명한 방법으로 측정된, 수신기 방향에서의 복조된 다른 모드

잡음은 표 A.4에 주어진 값보다 커서는 안된다.

**표 A.4 - 최대로 복조된 차동 모드 잡음 레벨(측정방법 2)**

주파수 대역 (MHz)	내성 형식	복조된 차동 모드의 잡음 (dBmO)
0.15 ~ 10	전도	기준 레벨 - 10 dB
10 ~ 30 (26.95 ~ 27.29 제외)	전도	(기준 레벨 -10 dB) ~ (기준레벨 +10 dB) (주 2 참조)
26.95 ~ 27.29	전도	기준 레벨
30 ~ 80	전도	기준 레벨 + 20 dB
80 - 1000(900제외)	방사	기준 레벨 + 10 dB
900*	방사	기준 레벨 - 10 dB

\*이 요구 조건은 900MHz에서 동작하는 디지털 모빌 서비스가 존재하지 않는 국가에 대해서는 적용되지 않는다.  
주 1 - 표 A.1의 주 1을 참조한다.  
주 2 - 명시된 범위의 레벨은 주파수 대수에 따라 선형으로 변환한다.

## A.3 팩시밀리

### A.3.1 특정 시험 조건

피시험기기는 두 번째 피시험기기에 연결되거나, 또는 피시험기기로 보내지고 그것으로부터 수신된 시험 패턴을 수용하는 모의시험기에 연결되어야 한다. 관련 ITU-T 권고에 의해 선택된 시험 패턴이 선호되지만 강제적인 것은 아니다. 다음 요구조건은 통신 터미널 기기 동작 요구조건에 첨가된다.

### A.3.2 특정 성능 평가 기준

#### 성능 평가 기준 A

피시험기기는 다음 사항이 발생하지 않은 상태에서 시험중 및 시험후에도 정상적으로 동작해야 한다.

- 데이터 전송 에러 , 예를 들면 규정된 최대값을 초과했을 때 재 시도하지 않음.
- 제조자가 정한 규정을 벗어나는 인쇄된 이미지의 왜곡
- 부분적 또는 전체적으로 빠진 텍스트, 예를들면 깨진 문자
- 원하지 않은 라인 및 용지 공급

- 제조자가 정한 규정을 벗어난 컬러 변질
- 호출의 재 초기화

### 성능 평가 기준 B

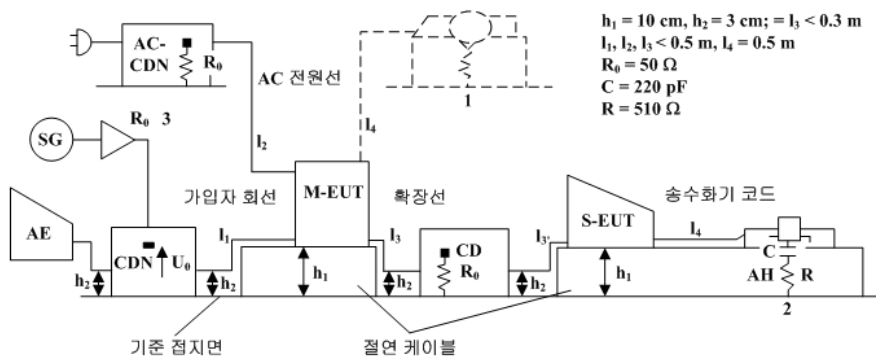
피시험기기의 정상 동작상태가 장애와 적용전의 상태로 빠르게 복귀될 수 있다면, 장애와 적용동안에 허용되는 다음 예외사항을 제외하고는 동작 지침 A를 따른다.

- 제조자가 정한 규정을 벗어나는 인쇄된 이미지의 왜곡
- 원하지 않은 라인의 공급

### 성능 평가 기준 C

정상 동작상태로 자가복귀할수 있거나 시험을 행한후에 사용자의 조작으로 복귀할 수 있다면 그리고 다음 사항이 만족된다면, 동작의 어떤 기능의 저하도 허용된다 :

- 전송중의 장애는 제거되고 그것이 사용자에게 알려진다.
- 피시험기기는 호출을 재 설정 할수 있다.
- 피시험기기는 호출을 수신할수 있다.
- 피시험기기는 호출을 제거할수 있다.



구성품

M-EUT                      주 피시험기기(간이교환전화장치)

S-EUT                      부속 피시험기기(간이교환전화)

- 1 M-EUT에 송수화기가 있는 경우, 이 송수화기는 S-EUT와 동일한 방법으로 놓고 시험해야 한다.
- 2 송수화기의 접촉면적은 CISPR 16-14)의 그림 54a를 기준으로 한다.
- 3  $R_0$ 는 신호발생기의 출력 임피던스이고 CDN의 종단 임피던스이다.

M-EUT	주 피시험기기(간이교환전화장치)
S-EUT	부속 피시험기기(간이교환전화)
AE	관련 기기(배터리함과 전화 단말)
CDN	결합/감결합망
AH	인공 손
SG	신호 발생기

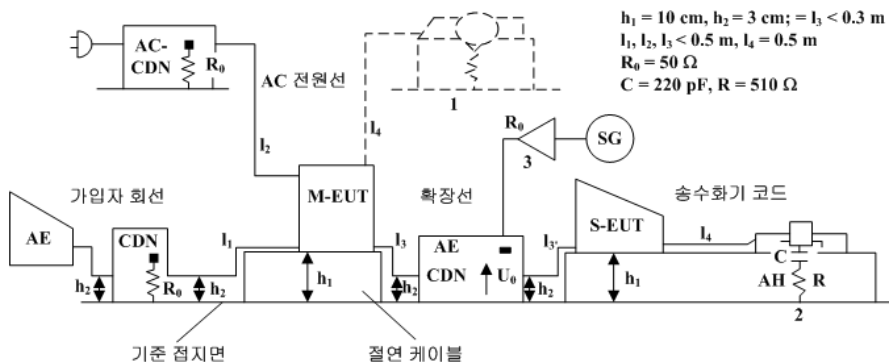
4) CISPR 16-1:1999, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus

놓고 시험해야 한다.

2 송수화기의 접촉면적은 CISPR 16-1의 그림 54a를 기준으로 한다.

3  $R_0$ 는 신호발생기의 출력 임피던스이고 CDN의 종단 임피던스이다.

그림 A.2 - RF 연속 전도 내성 시험을 위한 시험 셋업 (EUT: 간이교환전화장치; 피시험 포트: M-EUT 쪽 확장선)



구성품

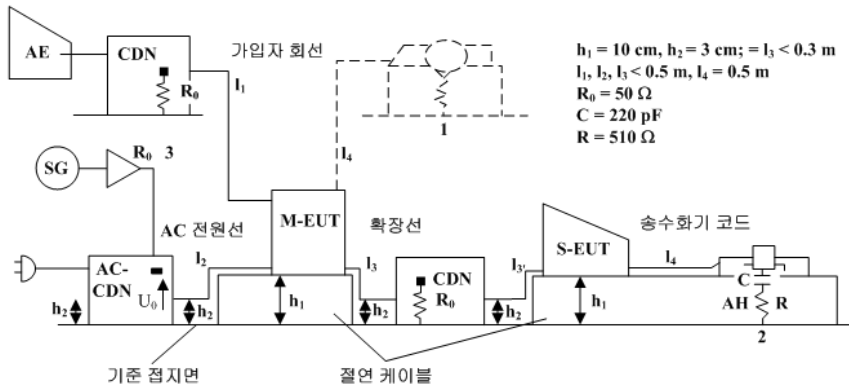
M-EUT	주 피시험기기(간이교환전화장치)
S-EUT	부속 피시험기기(간이교환전화)
AE	관련 기기(배터리함과 전화 단말)
CDN	결합/감결합망
AH	인공 손
SG	신호 발생기

1 M-EUT에 송수화기가 있는 경우, 이 송수화기는 S-EUT와 동일한 방법으로 놓고 시험해야 한다.

2 송수화기의 접촉면적은 CISPR 16-1의 그림 54a를 기준으로 한다.

3  $R_0$ 는 신호발생기의 출력 임피던스이고 CDN의 종단 임피던스이다.

그림 A.3 - RF 연속 전도 내성 시험을 위한 시험 셋업 (EUT: 간이교환전화장치; 피시험 포트: S-EUT 쪽 확장선)

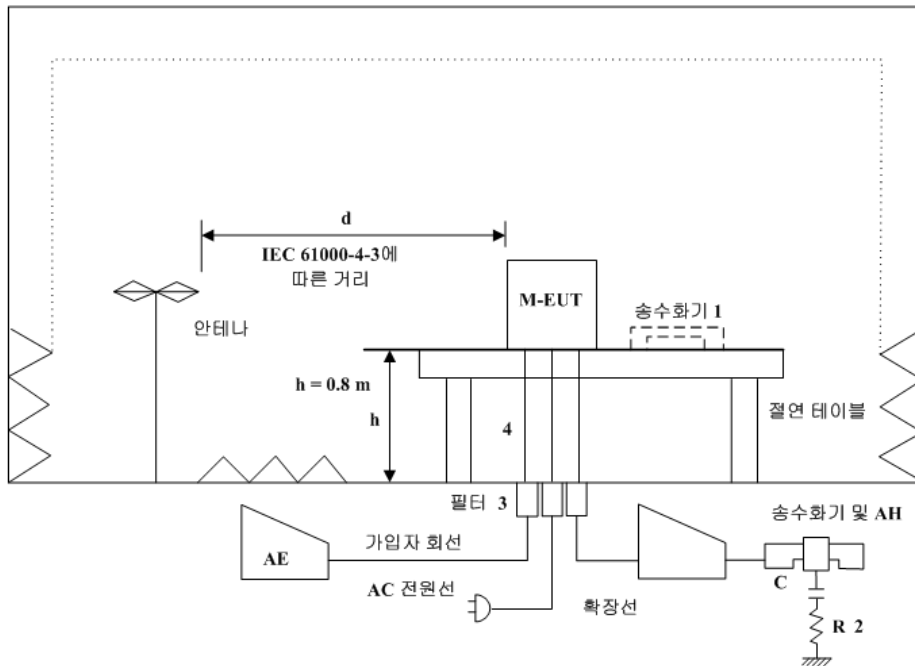


구성품

M-EUT	주 피시험기기(간이교환전화장치)
S-EUT	부속 피시험기기(간이교환전화)
AE	관련 기기(배터리함과 전화 단말)
CDN	결합/감결합망
AH	인공 손
SG	신호 발생기

- 1 M-EUT에 송수화기가 있는 경우, 이 송수화기는 S-EUT와 동일한 방법으로 놓고 시험해야 한다.
- 2 송수화기의 접촉면적은 CISPR 16-1의 그림 54a를 기준으로 한다.
- 3  $R_0$ 는 신호발생기의 출력 임피던스이고 CDN의 종단 임피던스이다.

그림 A.4 - RF 연속 전도 내성 시험을 위한 시험 셋업 (EUT: 간이교환전화장치; 피시험 포트: AC 전원선)



구성품

M-EUT 주 피시험기기(간이교환전화장치)

S-EUT 부속 피시험기기(간이교환전화)

AE 관련 기기(배터리함과 전화 단말)

AH 인공 손

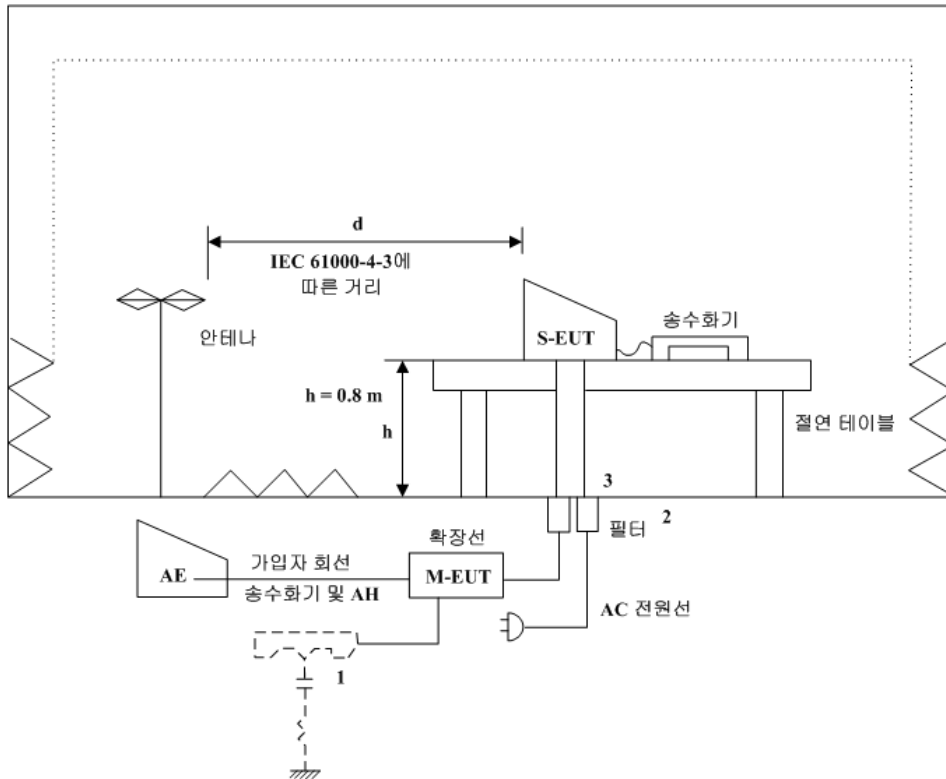
1 M-EUT에 송수화기가 있는 경우, 이 송수화기는 S-EUT와 동일한 방법으로 놓고 시험해야 한다.

2 송수화기의 접촉면적은 CISPR 16-1의 그림 54a를 기준으로 한다.

3 이 필터는 챔버의 접지면이나 금속면 위에 놓아야 한다. 이 필터는 IEC 61000-4-6에 따라 선택한다.

4. 노출된 케이블은 IEC 61000-4-3에 명시한 방법에 따라 조명되어야 한다.

그림 A.5 - RF 전자기장 내성 시험을 위한 시험 셋업 (EUT:  
간이교환전화장치의 M-EUT; 피시험 포트: 외함)



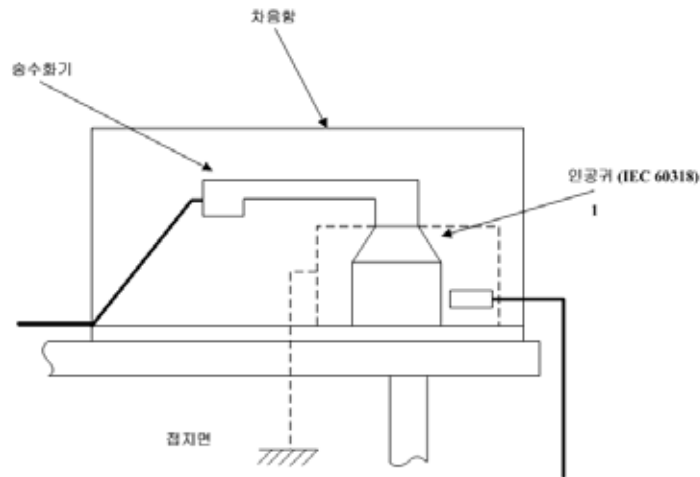
구성품

M-EUT	주 피시험기기(간이교환전화장치)
S-EUT	부속 피시험기기(간이교환전화)
AE	관련 기기(배터리함과 전화 단말)
AH	인공 손

- 1 M-EUT에 송수화기가 있는 경우, 이 송수화기는 S-EUT와 동일한 방법으로 놓고 시험해야 한다.
- 2 이 필터는 챔버의 접지면이나 금속면 위에 놓아야 한다. 이 필터는 IEC 61000-4-6에 따라 선택한다.
- 3 노출된 케이블은 IEC 61000-4-3에 명시한 방법에 따라 조명되어야 한다.

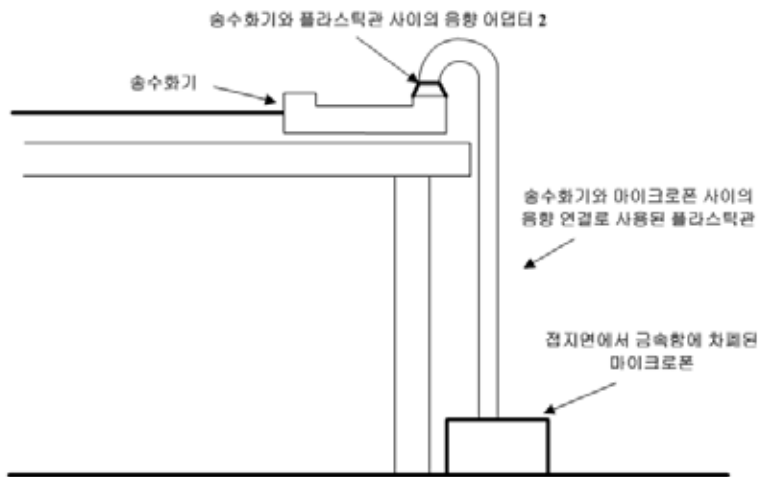
그림 A.6 - RF 전자기장 내성 시험을 위한 시험 셋업 (EUT: 간이교환전화장치의 S-EUT; 피시험 포트: 외함)





1 복사 내성 시험 중에 사용한 경우, 인공 귀는 차폐해야 한다. 이 차폐는 전도 내성 시험 중에 제거해야 한다.

그림 A.7 - 복조 음압 레벨을 검출하기 위한 전화 음향 장치와 인공 귀 사이의 음결합 세트



주

1 일반적인 플라스틱관이면 충분하다. 음향 특성은 교정 절차에 의해 보상된다. 내경과 외경은 각각 15 mm와 19 mm(일반적)이다. 플라스틱관의 전체 길이는 1.5 m(일반적)이다

2 원추형 어댑터는 연질 고무로 각종 송수화기에 음향적으로 연결된다. 음향관과 송수화기의 안정한 연결은 교정 및 측정 중에 바뀌지 않아야 한다.

그림 A.8 - 전화의 음향 수신장치에서 기준 음압 레벨을 측정하기 위한 시험  
셋업(부속서 A의 측정 방법 2와 관련)

## 부록 B

### 데이터 처리 기기

기기 기능을 순서적으로 반복시킬수 있는 기동 프로그램을 사용해서 시험을 실시한다. 그리고 실패할 경우 표시장치나 조작자의 조작으로 조작자가 실패원인을 인식할수 있게 해야한다.

시험 순서는 시험받을 기기의 제조자가 정의한 기능에 따라 다음중에서 선택되어야 한다. 그리고 성능 평가 기준 A, B, C는 시험될 방해파에 따라 선택되어야 한다.

#### B.1 데이터의 쓰기, 읽기 및 저장

##### B.1.1 특정 시험 조건

데이터 읽기와 쓰기의 주기는 반도체 메모리, 자기 또는 광 디스크, 자기 테이프 기기와 같은 초기 저장 기기와 함께 반복되어야 한다. 그리고 복사된 백업 데이터는 원본과 대조되어야 한다.

읽기 전용 기억장치(ROM)은 반복해서 읽어져야 하고 이 데이터는 원하는 데이터와 비교되어야 한다.

##### B.1.2 특정 성능 평가 기준

###### 성능 평가 기준 A

저장 기기는 읽기/쓰기와 대기 상태에서 정상동작을 유지해야 한다.

###### 성능 평가 기준 B

읽기와 쓰기를 재시도해서 복구될수 있는 오류는 허용된다.(이런 과정 때문에 발생한 프로세싱에서의 일시적인 지연은 허용된다.)

피시험기기의 정상 동작상태는 시험을 적용한 후에 복구되어야 한다. 시험을 적용하기 이전 상태로의 빠른 자가 복귀는 이것이 복귀의 정상적인 평균값이라면 받아 들여진다. 이런 경우, 동작을 재초기화하는 연산자의 응답은 허용된다.

## 성능 평가 기준 C

외부 방해가 제거된 후에, 프로세싱에서 지연을 발생시키지만 리셋이나 재부팅에 의해 정상동작으로 복구될수 있는 오류는 허용된다. 리셋이나 재부팅에 의해 정상동작으로 복구될수 있는 시스템 중단을 발생시킨 오류는 허용된다.

## B.2 데이터 디스플레이

### B.2.1 특정 시험 조건

텍스트와 그래픽은 음극선관(CRT) 모니터, 액체 크리스탈, 플라즈마 또는 발광 소자(LED)

디스플레이와 같은 디스플레이 기기에 표시되어야 한다.

### B.2.2 특정 성능 평가 기준

#### 성능 평가 기준 A

정상 관찰 거리에서 관측했을 때, 피시험기기는 깜박임, 컬러, 초점, 및 지터 부분에서 제조자의 규정을 벗어나는 어떠한 변화도 없이 동작해야 한다.(전원 주파수 자체 내성 시험은 제외)

#### 전원 주파수 자체 내성 시험

음극선관 모니터에 대해 다음이 적용된다 :

지터는 ISO 9241-3의 6.6.14에서 규정된 측정용 마이크로스코프를 사용해서 측정되어야 한다.

음극선관 모니터가 전원주파수 50 또는 60Hz 중 한 주파수에서 1 A/m(r.m.s)의 연속적 자기장에 노출될 때 지터(mm)는 { 문자의 높이(mm)+ 0.3 } \* 2.5 / 33.3을 초과해서는 안된다.

대신에, 50 A/m인 자기장을 인가하여도 된다. 그리고 지터를 측정하기 위해 눈금이 새겨진 투명한 가리개를 사용한다. 이 경우 지터는 위 공식으로부터 구한 값의 50배를 넘어서는 안된다.

주- 이 시험 레벨은 지터의 측정을 간단하게 하기 위해서 사용된다. 스크린 물질의 포화상태로 인한 비선형성이 나타난다면, 이 시험 레벨보다 더 작은 값이

사용될 수도 있다.

피시험기기는 자기장에 수직인 두 위치에서 시험되어야 한다.

### 성능 평가 기준 B

시험을 하고있는 동안에 스크린 장애는 허용된다.

### 성능 평가 기준 C

외부 장애를 제거한 후에 자가 복구는 안되지만 리셋이나 재부팅에 의해 정상동작으로 복구되는 오류는 허용된다.

## B.3 데이터 입력

### B.3.1 특정 시험 조건

키보드, 마우스, 자기 카드 인식기, 광 문자 판독기, 이미지 스캐너, 입력 펜 및 여러 가지 센서와 같은 입력기기로 데이터를 얻어야 한다.

연속적 입력을 선호할지라도, 동작시키기 위해 조작자가 있어야 하는 장비에 대해서는 대기상태에서의 시험도 허용된다.

피시험기기가 문자 판독기 또는 스캐너 같은 많은 데이터를 입력하는 기기일 경우, 중앙처리 장치는 시험을 하는 동안에 연속적으로 적당한 시험 차트를 읽도록 하는 프로그램을 동작시켜야 한다. 읽혀지는 데이터 입력은 표시되거나, 직접 인쇄되거나, 또는 나중에 평가를 위

해 저장된다.

### B.3.2 특정 성능 평가 기준

#### 성능 평가 기준 A

입력 기기로부터 원하지 않는 데이터는 허용되지 않는다.

입력 기기는 이미지 데이터의 규정된 품질을 유지해야 한다.

#### 성능 평가 기준 B

“잠겨진” 키보드/마우스는 허용되지 않는다.

디스플레이를 읽음으로써 확인되는, 즉 수동으로 입력되는 데이터를 받는 장비에

있어서 조작자가 인지할수 있거나 쉽게 수정될 수 있는 오류는 허용된다.

### **성능 평가 기준 C**

외부 방해가 제거된 후에, 처리의 지연을 발생시키지만 리셋이나 재부팅에 의해 정상동작 상태로 복구될 수 있는 오류는 허용된다.

리셋이나 재부팅에 의해 복구될 수 있는 시스템 중단을 발생시킨 오류는 허용된다.

## **B.4 데이터 인쇄**

### **B.4.1 특정 시험 조건**

데이터는 프린터나 플러터로 인쇄되어야 한다. 몇가지 동작 모드가 있는 장비에 대해서는 가장 대표적인 동작모드를 시험용으로 선택해야 한다.

### **B.4.2 특정 성능 평가 기준**

#### **성능 평가 기준 A**

프린터는 규정된 인쇄 품질과 정상 동작 상태를 유지해야 한다.

#### **성능 평가 기준 B**

제조사 규정을 벗어난 어떤 인쇄 품질의 저하(문자의 뒤틀림 또는 화소 누락)도 허용되지 않는다.

#### **성능 평가 기준 C**

재인쇄를 요구하는 인쇄 에러나 문자의 누락은 허용된다.

리셋이나 재부팅에 의해 정상 동작상태로 복구될수 있는 입력/출력 오류는 허용된다.

## **B.5 데이터 처리**

### **B.5.1 특정 동작 조건**

계산, 데이터 변환, 저장 및 전송과 같은 데이터 처리를 실행해야 하고, 처리 결과는 정상

동작상태에서의 결과와 비교해야 한다.

#### B.5.2 특정 동작 지침

##### 성능 평가 기준 A

제품 설명서에서 규정된 동작에 영향을 주지 않고 자동 복구를 방해하지 않는 오류는 허용된다.

##### 성능 평가 기준 B

처리에 있어서 일시적인 지연을 초래하지만 자동으로 복구되는 오류는 허용된다.

##### 성능 평가 기준 C

외부 방해가 제거된 후에, 처리의 지연을 초래하지만 리셋이나 재부팅에 의해 정상동작 상태로 복구될수 있는 오류는 허용된다.

리셋이나 재부팅에 의해 복구될수 있는 시스템 중단을 발생시킨 오류는 허용된다.

알람으로 알려지고 조작자의 조정에 의해 정상동작 상태로 복구될수 있는 오류는 허용된다.

## 부록 C

### 근거리통신망(LAN)

#### C.1 특정 시험 조건

최소한의 시험을 위한 구성요소는 제조자가 규정한 물리적 케이블과 연결된 두 개의 터미널 기기로 이루어진다. 근거리통신망의 동작에 필요한 관련장비는 시험을 위한 구성요소에 포함되어야 한다. 사용되지 않는 포트는 제조자의 지침서에 따라 다루어 져야 한다.

시스템은 규정된 공칭 전송 속도로 데이터를 보내고 수신할수 있어야 한다.

근거리통신망 장비는 근거리통신망 동작을 수행하는 프로그램을 작동시킨다. 적어도 아래에 주어진 기능은 평가되어야 한다.

#### C.2 특정 성능 평가 기준

##### 성능 평가 기준 A

시험후나 시험하는 동안에, 피시험기기는 다음을 발생시키지 않고 동작해야 한다.

- 제조자가 규정한 수치 이상의 에러율 ;
- 제조자가 규정한 수치 이상의 재시도 요구 ;
- 제조자가 규정한 수치 이상의 데이터 전송 속도 ;
- 프로토콜 오류 ;
- 링크의 손실.

##### 성능 평가 기준 B

에러율, 재시도 요구 및 데이터 전송 속도는 시험을 실시하는 동안에 낮아질 수도 있다.

피시험기기의 정상동작 상태가 시험을 실시하기 전의 상태로 빠르게 자가복구될



수 있다면, 동작 지침 A에서 설명한 동작의 저하는 허용된다. 이런 경우, 조작자가 동작을 다시 초기화하여도 무방하다.

### **성능 평가 기준 C**

피시험기기의 정상동작 상태가 시험을 실시하기 전의 상태로 빠르게 자가복구될 수 있거나 또는 시험후에 조작자에 의해 복구될수 있다면, 동작 지침 A와 B에서 설명한 동작의 저하는 허용된다.

## 부록 D

### 프린터

#### D.1 특정 시험 조건

데이터는 프린터나 플로터로 인쇄되어야 한다. 어떤 표준 이미지가 요구되지는 않지만, 세 개 이상의 문자폰트와 적어도 한 줄 이상을 포함하는 텍스트의 사용이 권장된다. 문자 크기와 라인 간격은 좁아야 한다. 도트 밀도를 선택할수 있다면, 가장 높은 밀도를 선택해야 한다. 시험은 인쇄 모드에 있는 프린터로 실시되어야 한다.

#### D.2 특정 성능 평가 기준

##### 성능 평가 기준 A

피시험기기는 방해파를 적용하는 동안, 그리고 그 후에 기능의 저하없이 동작해야 한다. 예를 들면, 다음과 같은 저하는 없어야 한다.

- 입/출력기능 수행중에 데이터의 손실 및 변조 ;
- 제조자의 규정을 벗어난 인쇄 이미지의 저하 ;
- 출력 모드 또는 문자 폰트에서의 변화 ;
- 도트-피치(pitch)에서의 인식할수 있는 변화 ;
- 원하지 않은 줄 또는 쪽 삽입.

##### 성능 평가 기준 B

다음과 같은 예외조항을 가지면서, 동작 지침 A를 따른다.

- 제조자의 규정을 벗어난 인쇄 이미지의 저하는 허용된다 ;
- 줄이 일직선을 이루지 않는 것은 허용된다 ;
- 원하지 않는 줄 삽입은 허용된다.

방해파가 제거된 후에 , 피시험기기의 정상동작 상태는 시험 실시하기전의 상태로 즉시 자가 복구될 수 있다 ; 이것은 기능을 재 초기화하는 연산자의 응답과 관련이 있다.

### 성능 평가 기준 C

피시험기기의 정상동작 상태가 시험을 실시하기 전의 상태로 즉시 자가복구될 수 있거나 또는 조작자에 의해 시험후에 복구될 수 있다면, 성능 평가 기준 A와 B에서 설명한 동작의 저하는 허용된다.

## 부록 E

### 복사기

#### E.1 특정 시험 조건

어떤 표준 이미지가 요구되지는 않지만, 줄의 격자와 회색 톤의 비율로 구성된 패턴의 사용이 추천된다.

대기 모드와 복사모드에서 시험을 실시해야 한다.

#### E.2 특정 성능 평가 기준

##### 성능 평가 기준 A

피시험기기는 방해파를 적용하는 동안과 그 후에 기능의 저하없이 동작해야 한다. 예를 들면, 다음과 같은 저하는 없어야 한다.

- 원하지 않는 기능의 시작;
- 프로그램 또는 프로그램 초기화의 변화, 예를 들면 ;
  - 단면 또는 양면 ;
  - 복사 횟수 ;
  - 분류 및 고정화;
  - 대조 ;
  - 복사 크기, 축소 및 확대 ;
  - 저장된 데이터 또는 전송된 데이터의 손실 ;
- 복사 순서의 중단(예를 들면, 용지걸림) ;
- 잘못된 지시(예를 들면, 용지걸림, 토너 부족, 용지 부족, 제어 지시기);
- 원하지 않은 안전 잠금의 동작 ;
- 제조자의 규정을 벗어난 복사된 이미지의 품질저하 ;
- 계산 기기에서의 오류.

## 성능 평가 기준 B

다음과 같은 예외 조항을 가지면서, 동작 A지침을 따른다.

시험도중 용지결림, 토너부족, 용지부족, 제어지시기와 같은 잘못된 지시는 허용된다.

시험 완료후 복사기가 대기 상태로 초기화되었을 때 모든 잘못된 지시는 제거되어야 한다.

## 성능 평가 기준 C

다음의 제한과 예외를 따를 경우, 평가 기준 A에서 규정된 동작의 저하는 허용된다.

- 리셋이나 재부팅에 의해 정상동작 상태로 복구될수 있다면, 출력/입력 오류는 허용된다 ;
- 대기 모드에서 원하지 않는 복사의 시작은 허용되지 않는다.

## 부록 F

### 자동 금전 출납 기기(ATM)

#### F.1 특정 시험 조건

자동 금전 출납 기기를 그 각각의 주변 장치에 연결해야 한다. 그리고 각 형식 통신 회선중 하나를 적합한 연결 장비나 대표 단자에 연결해야 한다. 연결 케이블은 각 장비 요구조건에서 규정된 형식과 길이를 가져야 한다. 기본 기능에 필요한 정보기기의 각각의 형식 중 하위 부품은 평가받는 자동 금전 출납 기기에 포함되어야 한다. 하나의 시스템에 대해, 가능한 시스템 배치에 포함될 수 있는 정보기기의 각각의 형식은 자동 금전 출납 기기에 포함되어야 한다.

그것의 전원 인터페이스를 자동 금전 출납 기기에 의존하는 정보기기를 포함하면서, 다른 정보기와 기능적으로 상호 작용하는 자동 금전 출납 기기의 경우, 모의시험기의 영향이 분리되고 검증될수 있다면 대표적인 동작 조건을 만들기 위해 실제 인터페이스 피시험기나 모의 시험기가 사용될수 있다.

자동 금전 출납 기기는 시험하는 동안에 제대로 작동하는지 평가되어야하는 각 기능을 동작시키는 프로그램을 실행시켜야 한다. 최소한 아래에 기술된 기능은 평가되어야 한다. 하나 이상의 기능이 평가되어야 할 경우, 소프트웨어는 될 수 있으면 시험 연산자가 어떤 기능도 선택할수 있도록 호환성이 있어야 한다. 자동 금전 출납 기기가 이런 방식으로 동작가능하다면 시험의 병렬 수행 또는 연속 수행은 허용된다. 시험을 쉽게하기 위해서는, 실패가 발생할때 소프트웨어는 연산자를 통해 알려야 한다.

자동 금전 출납 기기는 시작의 기본값 설정을 사용해서 동작되어야 한다. 자동 금전 출납 기기는 가장 적합한 모드가 이전 시험이나 경험으로부터 알려져 있다면 이런 모드를 사용해야 되지만, 그렇지 않다면 모든 모드에서 평가되어야 한다.

#### F.2 특정 성능 평가 기준

## 성능 평가 기준 A

피시험기기는 방해파를 적용하는 동안이나 후에도 기능의 저하 없이 동작해야 한다. 예를들면, 다음과 같은 사항은 없어야 한다.

- 제조자가 규정한 수치를 벗어나는 시스템 응답 시간;
- 기억 장치 오류;
- 데이터 손실;
- 제조자가 규정한 수치를 벗어난 반복적으로 발생하는 복구 가능한 오류;
- 저장된 데이터의 손실;
- 키보드 잠금;
- 시스템 재시작 또는 종료;
- 시스템 변화 상태;
- 네트워크 연결 실패;
- 잘못 분배된 돈 또는 영수증;
- I/O 오류;
- I/O 상태 변화.

## 성능 평가 기준 B

방해파를 가하는 동안에 저장된 데이터의 손실은 없어야 한다. 이것이 올바르게 보고되다면, 거래가 중지될수도 있다. 잘못된 돈의 분배나 잘못 인쇄된 영수증은 없어야 한다.

피시험기기의 정상동작 상태가 시험하기 전의 상태로 빠르게 자가 복구될수 있다면, 지침 A에서 설명된 기능의 저하는 허용된다. 이런 경우, 연산자의 응답이 기능을 재 초기화하는 것은 허용된다.

## 동작 지침 C

조작자가 시스템을 복구한 후에 따르는 기능의 손실은 없어야 한다. 하드 드라이브, 광 또는 프로피 디스크와 같은 영구 보존 장치에 저장된 정보와 램(RAM)의 목록에 있어서의 손실 및 변경은 허용되지 않는다.

피시험기기의 정상 동작 상태가 자가 복구될 수 있거나, 조작자에 의해 시험후에 복구될수 있다면, 지침 A와 B에서 설명된 동작의 저하는 허용된다.

## 부록 G

### 영업 장소의 터미널(POST)

#### G.1 특정 시험 조건

영업장소의 터미널은 각각의 주변 장치(스캐너, 카드 판독기)에 연결되어야 하고 각 타입의 통신회선중 하나를 적합한 연결 장비나 대표 부하에 연결해야 한다. 내부적으로 연결된 케이블은 각 장비의 요구조건에서 규정된 형식과 길이를 가져야 한다. 기본적인 동작에 필요한 각 형식의 정보기기 하위부품은 평가 받아야 하는 영업장소의 터미널에 포함되어야 한다. 하나의 시스템에 대해서, 가능한 시스템 배치에 포함될수 있는 각 형식의 정보기기중 하나는 영업장소의 터미널에 포함되어야 한다.

중앙 처리 장치(CPU)에 따라 동작되는 정보기기를 포함하면서, 기능적으로 다른 정보기기와 상호 동작하는 영업장소의 터미널의 경우, 모의 시험기의 영향이 분리될수 있고 증명될수 있다면, 대표적인 동작 조건을 만들기 위해 실제 접하는 피시험기나 모의시험기를 사용해도 된다.

실제로 접하는 정보기기 대신에 적당히 사용된 모의시험기가 방사 신호나 임피던스와 같은 접한 정보기기의 전기적 특성 및 어떤 경우에는 기계적 특성을 나타낸다는 사실이 중요하다는 것을 명심해야 한다.

영업장소의 터미널은 시험하는 동안에 평가되어야하는 각 기능을 동작시키는 프로그램을 실행시켜야 한다. 최소한 아래에 기술된 기능은 평가되어야 한다. 하나 이상의 기능이 평가되어야 할 경우, 소프트웨어는 될 수 있으면 시험 연산자가 어떤 기능도 선택할수 있도록 호환성이 있어야 한다. 영업장소의 터미널이 이런 방식으로 동작가능하다면 시험의 병렬 수행 또는 연속 수행은 허용된다. 시험을 쉽게하기 위해서는, 실패가 발생할때 소프트웨어는 연산자를 통해 알려야 한다.

영업장소의 터미널은 최대 방사를 만들어 내는 것으로 알려진 상태에서 동작되어야 한다. 만약 그것이 알려져 있지 않다면, 시작 메뉴에서 기본 설정으로 동작시켜야 한다. 가장 적합한 모드가 이전 시험이나 경험으로부터 알려져 있다면 이런 모드를 사용해야 되지만, 그렇지 않다면 POST는 모든 모드에서 평가되어야



한다.

## G.2 특정 성능 평가 기준

### 성능 평가 기준 A

방해파를 적용하는 동안이나 후에도 피시험기기는 기능의 저하없이 동작해야 한다. 예를들면, 다음과 같은 것은 없어야 한다

- 제조자가 규정한 수치를 벗어나는 시스템 응답 시간 ;
- 기억 장치 오류 ;
- 데이터 변형;
- 제조자가 규정한 수치를 벗어난 반복적으로 발생하는 복구 가능한 오류;
- 저장된 데이터의 손실;
- 키보드 잠금;
- 시스템 재시작 또는 종료;
- 시스템 변화 상태;
- 네트워크 연결 실패;
- 잘못 분배된 돈 또는 영수증;
- I/O 오류;
- I/O 상태 변화.

### 성능 평가 기준 B

동작 지침 A에 대해 다음과 같은 예외가 있다.

고장이 기록되고 사용자에게 경고된다면, 방해파를 적용하는 동안에 발생하는 키보드의 잠금이나 처리중 한 아이템 정보의 변형은 허용된다.

### 성능 평가 기준 C

조작자가 시스템을 복원한후에 나타나는 기능의 손실은 없어야 한다. 휘발성 또는 비휘발성 메모리의 기억장치의 손실 및 변형은 허용되지 않는다.

피시험기기의 정상동작 상태가 시험을 실시하기 전의 상태로 빠르게 자가복구될 수 있거나 또는 조작자에 의해 시험후에 복구될수 있다면, 평가 기준 A와 B에서

설명한 동작의 저하는 허용된다.

### [경고문 인쇄]

#### 주 의

1. 이 연구보고서는 전파연구소의 연구개발사업비 재정 지원으로 이루어진 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 전파연구소 연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다

※ 뒷표지 안쪽에 인쇄