

제 출 문

본 보고서를 「전자파 기술기준 및 측정방법 연구(Ⅱ)」
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2004 . 12 . 31 .

연구책임자 : 정 삼영(전파환경연구과)

연 구 원 : 최 중현(전파환경연구과)

안 형배(전파환경연구과)

공 성식(전파환경연구과)

요약문

1. 과제명 : 전자파 기술기준 및 측정방법 연구(Ⅱ)
2. 연구 기간 : 2004. 1. ~ 2004. 12.
3. 연구책임자 : 공업연구원 정삼영
4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용

[illegible]

나. 세부 과제별 추진사항

○ 전력선통신 불요파 측정방법 개발

- 국제표준규격 검토 : 측정방법 및 허용기준, 보호비 산출
- 전파기술 세미나 발표
 - 내용 : 전력선 통신 EMI 기술기준 연구(2004. 6. 25)
- 전력선 통신 시범지역 전파환경 측정
 - 창원(2월), 제주(4월), 대전지역(5월)
- 전력선통신 불요파 측정결과 발표
 - EMC Korea (2004. 10. 6)
 - 한국전자과학회(2004. 10)
- 관련전문가 및 이해기관 의견수렴 및 검토회의 개최
 - 국내 EMC기준전문위원회(I소위) : 5회
 - 산업체 및 이해기관 : 10회

-

○ 대형전광판 EMI 기술기준 개발

- LCD 멀티비전 시험장 시험 및 평가 방안
 - 측정결과 내용 정리 및 발표(2004. 6. 16)
 - 산업체 의견수렴(2004. 8. 25)
 - CISPR 기고서 발표(2004. 10. 8)
 - 최종보고서 작성

○ 디스플레이기기 저주파전자계 분포조사

- PDP, CRT, LCD, TV 모니터 측정

○ 기가헤르츠대역 기술기준 연구

- CISPR 최근동향 조사
- 기가헤르츠 대역 EMI 시험방법

○ 전자파 관계법령 및 기술기준 책자 발간

- 내용: 전파법, 시행령, 시행규칙, 전파환경측정 등에 관한 규칙
전기통신관련법령, 전자파관련기준 고시, 전자파장해방지
보호기준시험방법 고시, 전자파강도,전자파흡수율 측정
대상기기 및 측정방법고시 등

- 책자 및 CD 각 각 200권 발간
- 배포처: 정보통신부장관및 산하·위탁·기관 등 43개 부서

5. 연구 결과

- 전력선 통신 불요 전자파 허용기준 및 측정방법 개발
 - 전력선 통신(PLC)의 불요 전자파에 의한 전파통신서비스 보호를 위한 EMI 기준(안) 마련
- 대형전광판 및 기가헤르츠 대역 전자파 측정기술 개발
 - 조합형 정보기기(전광판)에 대한 EMI시험 및 평가방안 마련
 - 2004 CISPR 상하이 회의(SC/H) 기고서 발표
 - CISPR 최근동향 조사 및 기가헤르츠 대역 EMI 시험방법 조사
- 디스플레이기기 저주파전자계 분포조사
 - PDP, CRT, LCD, TV 모니터 측정 보고서
- 전자파 관계 법령 및 기술기준에 관한 책자 발간
 - 전자기 적합성 대책 기술서 발간 및 배포
 - 전파·전기통신 법령, 전자파 규칙, 기준 등 현행화 작업
 - 전기통신·전파 관련 법령집 발간 및 배포 400권(책자 및 CD)

6. 기대효과

- 표준으로 확정되는 규격은 국내 관련기관이 신속히 도입·적용하도록 국내 기준 및 시험방법의 제·개정에 반영
- 전자파 기술기준 및 측정방법 연구에 대한 연구결과, 국내 학술/논문발표
- 국제기준(IEEE, IEC/CISPR) 변화동향을 국내 산·학·연에 전달

7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유현황	확보방안	비고
ESS	Rohde	1	Test Receiver	이천연구소		
SMT03	"	1	신호발생기	안양연구소		
HP8566B	"	2	스펙트럼분석	안양 "		
EMI Test	HP	1	"	용산 "		
Biconical	Rohde	2	안테나	이천, 안양		
Log-Periodic		2	"	"		
CNE		1	노이즈발생기	안양연구소		
OATS시험장	York	1	EMC시험장	이천연구소		
EMI/EMS시험장		2	"	안양연구소		

SUMMARY

We have studied the electromagnetic interference phenomena of PLC and big-sized LCD display board. The main purpose of these researches was to develop the domestic standards or technical recommendations on PLC and big-sized LCD display board for EMC compliance test.

To develop the emission limit and measurement technique on PLC, we have surveyed several kinds of international and national standards such as CISPR, ETSI, CENELEC etc. We also have investigated and simulated the noise level radiated from PLC to develop an allowable limit and measurement method. This limit could be used temporarily for EMC compliance test until the publication of CISPR regulation.

The second project was to develop a substitute EMI test method for a big-sized LCD display board. Big-sized LCD display board is not easy to be set up on the test table for radiated emission test and has unfavorable test conditions at the in-situ measurement. To develop another substitute method, LCD modules were constructed on the test table of an anechoic chamber to measure EMI levels. The 42 frequencies were chosen to evaluate the variation of emission levels from one LCD module, and continued up to 30 modules. The representative results illustrate that the emission levels do not increase continuously but approach a saturated values as the number of LCD panels increases. According to the results, LCD display board composed of 3×3(9) or 4×4(16) could be used as a representative test set-up method for a big-sized LCD display board.

목 차

표 목 차	페이지
그림목차	페이지
서 론	페이지
제 1절 EMC 국제표준화 최신동향	페이지
제 2절 전력선 통신 방사 허용기준 설정	페이지
1. 개 요	페이지
2. 전력선 통신 EMI 표준화 동향	페이지
3. 전력선 통신 불요파 현황조사	페이지
3.1 현장 측정방법	페이지
3.2 시험방법 제고	페이지
3.3 무선 통신 영향평가	페이지
4. 전력선 통신 EMI 기술기준	페이지
4.1 허용기준 설정	페이지
4.2 시험방법 제고	페이지
5. 결론	페이지
제 3 절 LCD 대형 멀티비전 전자파장해 측정방법 연구	페이지
1. 개 요	페이지
2. LCD 멀티비전 EMI 레벨 조사	페이지
2.1 단일 LCD 제품의 EMI 레벨조사	페이지
2.2 모듈 수량 증가에 대한 전계레벨 분포 조사	페이지
2.3 현장시험(In situ) 방법에 의한 EMI 레벨조사	페이지
2.4 국내 EMI 지정시험기관 측정결과	페이지
2.5 비교 분석결과	페이지
3. 결 론	페이지
제 4 절 디스플레이기기 저주파 전자계 분포조사	페이지
1. 개요	페이지
2. TV 모니터 전자계 방사레벨 분포조사	페이지

3. CRT 모니터 전자계 방사레벨 분포조사	페이지
3.1 자계레벨 분포 조사	페이지
3.2 전계레벨 분포 조사	페이지
3.3 CRT 화면의 보안경 착용 전·후 비교	페이지
4. LCD 모니터 전자계 방사레벨 분포조사	페이지
4.1 자계레벨 분포조사	페이지
4.2 전계레벨 분포조사	페이지
5. 측정 거리에 따른 전자계 레벨 변화 조사	페이지
6. Power line 위치에 따른 전계 레벨 변화 조사	페이지
7. 결 론	페이지
부록 1 : 대형 LCD전광판 전자파방사시험 및 평가 방안	페이지
부록 2 : 조합형 정보기기 EMI 시험 및 평가 방안 요약	페이지
참고문헌	페이지

표 목 차

표 1. 전파천문·조난안전호출 대역	페이지
표 2. 아마추어 통신 대역	페이지
표 3. 통신 비활성 상태에서 A급기기에 대한 전원단자 허용기준	페이지
표 4. 통신 비활성 상태에서 B급기기에 대한 전원단자 허용기준	페이지
표 5. 통신 활성 상태에서 A급기기에 대한 전원단자 허용기준	페이지
표 6. 통신 활성 상태에서 B급기기에 대한 전원단자 허용기준	페이지
표 7. 국가별 전력선 통신 방사 노이즈 허용기준	페이지
표 8. 현장측정을 위한 수신기 조건	페이지
표 9. 전력선 통신 시범지역의 측정내용	페이지
표 10. 거리에 따른 단파방송의 SNR 비교	페이지
표 11. 시험장 측정의 측정 장비 설정 조건	페이지
표 12. 측정위치 및 안테나 편파에 따른 수신 레벨.....	페이지
표 13. 전력선의 수평 길이별 수신 레벨[편파:수직].....	페이지
표 14. 전력선의 수평 길이별 수신 레벨[편파:수평].....	페이지
표 15. 테이블 위 설치와 루프형 설치의 수신 레벨 비교...	페이지
표 16. 방송 서비스에 대한 영향 측정	페이지
표 17. 전력선 통신과 케이블 모뎀과의 영향 평가	페이지
표 18. 단품 6대에 대한 전계레벨 분석(수평편파)	페이지
표 19. 단품 6대에 대한 전계레벨 분석(수직편파)	페이지
표 20. LCD 수량증가에 대한 주파수 152 MHz의 분석 ...	페이지
표 21. LCD 수량증가에 대한 주파수 952 MHz의 분석 ...	페이지
표 22. LCD 수량증가에 대한 주파수 90 MHz의 분석 ...	페이지
표 23. LCD 수량증가에 대한 주파수 224 MHz의 분석 ...	페이지

표 24. LCD 수량증가에 대한 주파수 896 MHz의 분석 ...	페이지
표 25. LCD 63장에 대한 시험장 측정값	페이지
표 26. 시험장간의 측정결과 비교 I	페이지
표 27. 시험장간의 측정결과 비교 II	페이지
표 28. IRPA/INIRC 일반인과 직업인의 일반적인 허용치와 VDU 허용기준치	페이지
표 29. 전자계 인체보호기준	페이지

그 립 목 차

그림 1. 주파수 1GHz 이상에서 방사 EMI 측정을 위한 구성도	페이지
그림 2. 두 종류의 피시험체(EUT)에 대한 하이트 스캔 요구사항	페이지
그림 3. SVSWR 평가를 위한 송신 안테나 위치에 대한 요구사항	페이지
그림 4. 송신원 방사 패턴 요구사항	페이지
그림 5. 전력선 통신 응용 기술	페이지
그림 6. HF 대역의 주파수 할당 현황	페이지
그림 7. 전력선 통신 적합성 평가 CISPR 제안 도면도 ...	페이지
그림 8. 방사 노이즈 허용기준	페이지
그림 9. 실외 측정 구성도	페이지
그림 10. 실내 측정 구성도	페이지
그림 11. 제주 전력선 통신 시범지역 전경	페이지
그림 12. 제주 지역 전력선 통신 시스템	페이지
그림 13. 제주 전력선 통신 시범지역의 시스템 구성도 ...	페이지
그림 14. 실내 측정 사진	페이지
그림 15. 실외 측정 사진	페이지
그림 16. 실내(방)의 측정 노이즈 레벨	페이지
그림 17. 실내(거실)의 측정 노이즈 레벨	페이지
그림 18. 실외(배전반) 측정 노이즈 레벨	페이지
그림 19. 거리별 측정 노이즈 레벨 비교	페이지
그림 20. 대전 전력선 통신 시범 지역	페이지
그림 21. 대전 전력선 통신 시범지역의 시스템 구성도 ...	페이지
그림 22. 측정 사진	페이지
그림 23. 시스템 지역내 측정노이즈 레벨	페이지
그림 24. 전력선 아래 측정 노이즈 레벨	페이지

그림 25. 시스템 지역 내(3 m) 측정 노이즈 레벨	.....	페이지
그림 26. 시스템 지역 내(5 m) 측정 노이즈 레벨	.....	페이지
그림 27. 시스템 지역 내(10m) 측정 노이즈 레벨	.....	페이지
그림 28. 시스템 외각 지역(30 m) 측정 노이즈 레벨	.....	페이지
그림 29. 시스템 외각 지역(50 m) 측정 노이즈 레벨	.....	페이지
그림 30. 시스템 외각 지역(100 m) 측정 노이즈 레벨	...	페이지
그림 31. 시스템 외각 지역(200 m) 측정 노이즈 레벨	...	페이지
그림 32. 시험장 측정 구성도	.....	페이지
그림 33. 측정위치 및 안테나 편파에 따른 수신 레벨	...	페이지
그림 34. 전력선의 수신레벨 비교[10 m 수직]	.....	페이지
그림 35. 전력선의 수신레벨 비교[10 m 수평]	.....	페이지
그림 36. 대역폭 차이에 대한 수신 레벨 비교[침두치 검파기]	.....	페이지
그림 37. 대역폭 차이에 대한 수신 레벨 비교[평균치 검파기]	.....	페이지
그림 38. 검파기별 수신레벨 비교	.....	페이지
그림 39. 테이블 위 설치 모델	.....	페이지
그림 40. 테이블 위 설치와 루프형 설치의 비교	.....	페이지
그림 41. 삼각형 루프 모델링	.....	페이지
그림 42. 삼각형 루프와 사각형 루프 모델링 비교	.....	페이지
그림 43. 거리환산 공식에 따른 이론치와의 비교	.....	페이지
그림 44. 누적효과에 의한 전계강도 측정	.....	페이지
그림 45. 단품 측정과정 및 뒷면 회로 구성	.....	페이지
그림 46. EMI 시험장 시험방법	.....	페이지
그림 47. 턴테이블	.....	페이지
그림 48. 야외시험장의 EMI 시험방법	.....	페이지
그림 49. 시내에 설치된 일반 대형전광판	.....	페이지
그림 50. 전자파장해 시험방법	.....	페이지
그림 51. 단품 1대의 수평편파 스펙트럼 분포	.....	페이지
그림 52. 단품 1대의 수직편파 스펙트럼 분포	.....	페이지

그림 53. 측정을 위해 제작한 LCD 30대 및 EMI 측정 ...	페이지
그림 54. 단품 1대 수직편파 스펙트럼 분포	페이지
그림 55. 단품 30 대 수직편파 스펙트럼 분포	페이지
그림 56. 단품 1대 수직편파 스펙트럼 분포	페이지
그림 57. 단품 30대 수직편파 스펙트럼 분포	페이지
그림 58. LCD 수량증가에 대한 152 MHz의 전계	페이지
그림 59. LCD 수량증가에 대한 952 MHz의 전계	페이지
그림 60. LCD 수량증가에 대한 90 MHz의 전계	페이지
그림 61. LCD 수량증가에 대한 224 MHz의 전계	페이지
그림 62. LCD 수량증가에 대한 896 MHz의 전계	페이지
그림 63. LCD 최소 최적 조합 수에 대한 경우의 수	페이지
그림 64. 측정에 사용된 구로구청의 LCD 멀티비전	페이지
그림 65. LCD 42장 ON 현장측정값(30 ~ 300 MHz)	페이지
그림 66. LCD 42장 OFF 현장측정값(30 ~ 300 MHz) ...	페이지
그림 67. LCD 42장 ON 현장측정값(300 ~ 1000 MHz) ...	페이지
그림 68. LCD 42장 OFF 현장측정값(300 ~ 1000 MHz)...	페이지
그림 69. 측정에 사용된 15인치 LCD 63대 제품	페이지
그림 70. 저주파 자계 측정방법	페이지
그림 71. 저주파전계 측정방법	페이지
그림 72. 위상(0 ~ 360°) 측정 및 상하높이(30 Cm) 측정위치	페이지
그림 73. 안양연구소에 구축된 저주파전자계 측정시스템	페이지
그림 74. 적정한 TV 시청거리	페이지
그림 75. CRT 모니터 9대 자계의 평균 측정값	페이지
그림 76. CRT 모니터 4대 전계의 평균 측정값	페이지
그림 77. 보안경 착용전·후 전계레벨 비교	페이지
그림 78. LCD 모니터 자계레벨 측정결과	페이지
그림 79. LCD 모니터 6대의 평균 전계방사레벨	페이지

서 론

전자파 환경보호를 위한 전자파장해방지 기술기준과 전자파내성 기술기준을 국제전자파장해특별위원회에서 정하여 규격으로 적용하고 있다. 국제규격 제·개정 작업의 경우 많은 국가의 참여와 작업 기간이 상당히 길어 현 제품 개발 및 정보통신 산업의 변화에 따라오지 못하고 있다. 그 대표적인 것이 전력선 통신 및 대형 전광판의 전자파장해방지 기술들이 될 수 있을 것이다.

전력선 통신은 차폐되지 않은 전력선로를 이용하여 광대역 통신을 하기 때문에 외부로 방사되는 불요 전자파의 발생은 피할 수 없게 되며, 이에 따라 주파수 30 MHz 이하의 단파 대역에서 사용하고 있는 무선 통신에 장애를 유발 시킬 수 있는 문제를 가지고 있다. 따라서 본 절에서는 전력선 통신 산업의 활성화와 동일 주파수 대역에서 이용되는 무선 통신 서비스의 보호, 두 가지 기능을 모두 만족시킬 수 있도록 전력선 통신 시범지역에 대한 전파환경 측정과 관련 분야 이해 당사자 및 각계 전문가로 구성된 위원회의 검토를 통하여 국내 전파환경에 적합한 기술기준을 제정하고자 하였다.

대형전광판은 시내에 홍보용으로 사용되고 있으며 큰 Size(2 m × 2 m 이상)로 인하여 현재의 전자파장해 시험장에서 측정이 불가능하다. 이러한 경우에 EMI 시험을 위해서 CISPR 16-2-3 규격에 따라서 설치장소(In-situ) 시험방식이 권고되고 있으나 LCD 멀티비전의 경우 설치상태 조건과 주위 높은 전자파 잡음 특성으로 설치장소 측정이 용이하지 않다. 현재 국내 대형 멀티비전 제품에 대해서 현장 시험방식이 적용된 경우가 없으며, 2 ~ 3개의 LCD 모듈 조합으로 시험평가를 수행하고 있으나 수십개 LCD 모듈 조합제품에 대한 측정의 대표값으로 인정되기에는 문제점이 많다. 이러한 문제를 해결하기 위해 CISPR/H에서는 새로운 과제로 선정하여 In-situ 시험방식을 기본으로 세부측정조건을 선정하는 방식으로 접근 중이나, 이는 국내의 설치환경을 고려하면 좋은 방식이 되지 못한다. 따라서 본 연구에서는 정규 시험장내에서 시험이 가능한 대체시험 방법을 찾기위해 LCD 모듈의 다양한 전체 대형 멀티비전의 상태를 대표할 수 있는 최소 최적 구동모드 상태를 추출하는 연구를 수행하였다.

제 1 절 EMC 국제표준화 최신동향

1. 주요 이슈

o 현장 전계강도 측정 기술 표준위원회 신설

- Subcommittee H Working Group 4 (의장으로 이중근 교수 선임)
- 대형 전광판 등 현장에서 전계강도를 측정해야할 제품들에 대해 적용하기 위해 In-situ 측정 기술 공통규격 개발을 작업 아이템으로 선정
- 작업반 구성 : 우리나라, 일본, 중국, 프랑스, 독일 (5개국)
- 추진 일정 :
 - 작업 초안(Draft CD) : 2004년 12월
 - 1차 작업반 회의 : 2005년 2월
 - 1차 CD 확정 : 2005년 6월

o 전력선 통신 EMI 기술기준

- 신속한 규격 발간을 위해 PAS(Publicly available specification)상태로 진행
 - 1차 Draft PAS에 대해 투표결과 반대가 많아 2차 Draft를 작업반에서 재 작업기로 함
 - 전도성 노이즈 측정을 위한 T-ISN의 임피던스 설정 문제에 이견
 - 공통모드 노이즈 측정을 위한 종변환 손실(LCL)값 설정에 이견
 - 향후 2개월 이내 PAS의 규격화가 결정될 예정
- ※ PAS는 신속한 규격 발간을 위한 절차로서 한시적인 규격임
- 규격화 될 경우 2008년까지 별책의 규격으로 유지
 - 2008년 이후 CISPR 22에 포함

2. 각 위원회별 주요 내용

□ Subcommittee A

- 의 장 : Mr. Donald N. Heirman(미국)
- 간 사 : Mr. Werner schaefer(미국)
- 회의일자 : 2004. 9. 13. ~ 9. 16.(4일간)
- Working Group

WG 1 : EMC 측정기기의 규격

WG 2 : EMC 측정방법, 통계적 처리방법 및 불확도

▶ 기가헤르츠 EMI 기술기준 프로젝트

프로젝트명	단계	주요내용	비고
측정방법	CDV RVC	<ul style="list-style-type: none"> o EUT 크기에 따른 안테나의 스캔 방법에 대한 논의 o 투표결과 승인되어 FDIS 문서발간 예정 	FDIS 추진
허용기준	CDV	<ul style="list-style-type: none"> o 정보기기의 경우 SC I 위원회에서 진행 o 1 GHz 이상에서 전파 통신 영향을 고려하여 허용기준을 결정 논의 	
시험장 평가	CD	<ul style="list-style-type: none"> o 시험장 적합성 평가를 위한 기술기준 프로젝트 o SVSWR (Site Voltage Wave Ratio) 방법 논의 	
수신기 규격	CD	<ul style="list-style-type: none"> o 18 GHz 측정을 위한 수신기 요구조건 o Task Group에서 2004년 12월 31일까지 스펙트럼 분석기의 사용과 관련된 표준 초안 준비 o 1 MHZ 대역폭에 대한 선택도 규격 	

▶ 측정검파기 관련 프로젝트

프로젝트명		진행단계	주요내용	비고
디지털 통신 검파기		CD	o 디지털 통신 서비스 영향 평가를 위한 가중치 검파기 - RMS 및 Average의 조합	
APD	규격	CDV	o 1 GHz 이상의 주파수 대역에서 방해파를 측정하기 위하여 APD 측정기능을 갖는 스펙트럼 분석기가 요구되며, 이에 대한 규격 작업 진행하고 있음.	
	측정방 법	CD	o APD에 대한 두 가지 측정방법 제시 - 명시된 필드 세기를 초과하는 방해파 시간의 확률 - 시간의 확률을 명시하기 위하여 방해파 세기 측정	

※ APD : Amplitude Probability Distribution,진폭확률분포

※ 진행단계 Code

- MCR : Maintenance Cycle Report
- CD : Committee Draft
- CDV : Committee Draft for Voting

- RVC : Report of Voting on CDV
- FDIS : Final Draft International Standard

- 1). CISPR 16-1-1 Amd.1 f2 Ed. 1.0 : Weighting of interference according to its effect on digital communication services
 - o Reference Document : CIS/A/501/CD, A/530/CC
 - o 5년 작업기간에 의해 2007년까지 프로젝트가 완료되어야 하므로 일정조정 필요
 - o 디지털 통신 서비스에 대한 영향을 고려하기 위한 전자파 장애의 가중치(Weighting of interference)와 관련된 기본 정보를 포함하여 2005년 1월 31일까지 두 번째 CD 문서 준비하여 각 국가위원회에 회람

- 2). CISPR 16-1-1 Amd.1 f3 Ed. 1.0 : Amplitude probability distribution (APD) specifications
 - o Reference Document : CIS/A/515/CC, A/534/CDV
 - o 1 GHz 이상의 주파수 대역에서 방해파를 측정하기 위해서는 APD 측정 기능을 갖는 스펙트럼 분석기가 필요하며, 여기서 APD 측정 기능은 시간에 따른 신호의 측정에 사용됨.
 - o APD는 포락선 검파기의 출력단 또는 RF 측정용 수신기나 스펙트럼 분석기의 부속회로에서 측정될 수 있음.
 - o SC A에서 APD에 대한 프로젝트가 진행되고 있으며, 본 프로젝트는 WG1에서 다루어지고 있음. 회의 결과에 대한 내용은 WG2에서 같이 발표할 예정.
 - o 534/CDV 문서에 대해서는 2004년 11월 12일까지 각 국가 위원회에 회람될 예정이며, 각 국가위원회로부터의 Ad hoc Group에서는 회람결과를 바탕으로 향후 일정을 논의후 각국에 통보하기로 함.

- 3). CISPR 16-1-2 Amd.2 Ed. 1.0 : Update of LISN specifications
 - o Reference Document : CIS/488/CD, CIS/A/513/CC, CIS/A/547/CD
 - o 다음 CD 문서에는 위상오차로 인하여 발생하는 불확도가 포함될 예정
 - o LISN 규격과 관련하여 488/CD 문서와 513/CC 문서를 바탕으로 작성된 새로운 CD 문서(547/CD 문서)가 회람될 예정

4). CISPR 16-1-4 Amd.2 f2 Ed. 1.0 : Influence of setup tables and antenna towers

- o Reference Document : CIS/A/520/CC, CIS/A/528/CD
- o 전자파 무반사실에서 고정 높이 안테나를 사용하는 전계강도 측정 보조기구의 유전율의 한계를 정의
- o 피시험체를 지지하기 위한 테이블로 사용되는 비금속성 테이블의 영향을 포함하여 확대되어야 하고 다음사항을 고려해야 함.
 - 측정 절차의 불확도 환경조사
 - 200 MHz 이상 주파수에서 측정할 때 턴 테이블의 영향을 보여주는 유용한 측정결과
 - 턴 테이블과 같은 보조장비의 전자파 반사가 1 GHz 이상의 주파수 영역에서 전계강도 측정 결과에 더 큰 영향을 주는지 고려
 - 완전 무반사실과 고정된 높이 안테나로 측정한 전계강도가 턴 테이블 리드선의 반사가 측정 오차에 20dB 이상 영향을 주는 지 고려
- o 520/CC와 528/CD 문서에 대해 각 국가위원회에 회람한 후 다음 단계의 CC문서를 준비할 예정

5). CISPR 16-1-4 Amd.2 f3 Ed. 1.0 : Site Evaluation Above 1 GHz

- o Reference Document : CIS/A/527/CC, CIS/A/531/CD
- o 1 GHz 이상의 주파수 대역에서 전계강도 측정시 자유공간에서의 감쇄에 대한 적합한 범위를 제시하고 있으며, 유효성 평가시 거리에 따른 NSA 산출공식, 사용 안테나 선정, 피시험체 크기를 고려한 스캔 높이, 피시험체 측정시 조건, sweep time, discrete frequency method 등에 의한 측정 절차를 제시하고 있음.
- o 2004년 11월 15일까지 각 국가 위원회의 의견을 수렴한 후, 2005년 1월에 CDV문서를 발간할 예정.
- o 2005년 1월까지 CDV 문서를 준비하고 이를 토대로 FDIS 문서를 준비하여 프로젝트를 종료할 예정

6). CISPR 16-1-5 Amd.1 Ed. 1.0 : Antenna Calibration

- o Reference Document : CISPR/A/454/Q, A/476/RQ
- o 안테나 교정 및 교정절차에 대한 표준안을 제정하기 위한 새로운 안 작성
- o 2001년 영국 브리스톨 회의에서 프로젝트 제목 변경

:Measurement and theoretical consideration of a radiation test site

► Antenna Calibration

- o CISPR SC A 의장인 Heirman은 373/MCR 문서에서 정한 프로젝트 계획에 비해 지연되고 있으므로 새로운 MCR 문서를 작성하거나, stage 0으로 변경해야한다고 주장
- o 기존 프로젝트 리더인 Dr.Johnk(미국 NIST)가 개인적인 이유로 CISPR 활동을 중단하게 되어, 2004년 3월 독인 뮌헨 회의에서 프로젝트 리더를 Dr. Sugiura(일본)으로 변경하기로 결정하였으며, 또한 안테나 교정과 관련된 새로운 프로젝트 팀을 구성함.
- o 안테나 교정과 관련된 프로젝트에 대한 향후 일정 및 업무에 대해서 WG1 회의와 관련 Ad hoc Group 회의를 통해 논의하고 결과를 보고하기로 함.
- o 2004년 12월 31일까지 안테나 교정 절차를 포함하는 CD 문서를 준비하고 각 국가 위원회에 회람할 예정

7). CISPR 16-2-3 Amd.1 f1 Ed. 1.0 : Measurement methods for the frequency range 1 GHz to 18 GHz

- o Reference Document : CIS/A/504/CDV, CIS/A/504A/CDV, CIS/A/545RVC
- o 504/CD 문서에 대해 투표결과 21개국 찬성으로 FDIS 단계로 진행되었음.
- o 피시험체의 크기가 측정용 안테나의 빔폭보다 큰 경우 안테나 스캔 방법 등에 대해 논의
- o 2004년 10월 13일까지 각 국가 위원회의 의견을 검토하여 FDIS 문서를 발간할 예정

8). CISPR 16-1-1 Amd.1 : Receiver Specifications to 18 GHz

- o Reference Document : CIS/A/511/CC, CIS/A/528/CD
- o 현재 CDV 단계이며, 511/CC 문서와 528/CD 문서를 토대로 관련 내용에 대해 불어로 번역 중이며, 2004년 10월 19일까지 완료될 예정.
- o Task Force team(Mr. Dunker, Mr. Stecher, Mr. Sugiura, Mr. Hurst)에서 2004년 12월 31일까지 스펙트럼 분석기 사용에 대한 조건을 작성하여 각 국가위원회에 회람할 예정

9). CISPR 16-1-1 Amd.1 f4 Ed. 1.0 : Selectivity of measuring

receiver in the frequency range 1 GHz to 18 GHz

- o Reference Document : CISPR/A/522/MCR
- o 본 프로젝트의 목적은 1 MHz 대역폭에 대한 선택도 규격을 결정하기 위함.
- o 1 GHz ~ 18 GHz 주파수 대역에서의 수신기 규격에 대해 현재 진행 중인 프로젝트에서는 EMI 수신기에 대한 추가적인 요구사항을 포함하고 있지 않음. 그러나 미국과 멕시코 국가 위원회로부터의 언급사항(511/CC)에서 볼 수 있듯이 1 MHz IF 필터에 대한 선택도와 같은 사항에 대해 정확히 정의될 필요가 있음.
- o 선택도를 정의하는 Filter Mask에 대한 제안서를 2004년 10월 30일까지 작성하고 Reveiw team(Movbray, Yamanaka, Schaefer)에 회람할 예정
- o 2004년 11월 31일까지 CD 문서를 작성하여 각 국가 위원회에 회람할 예정

10). CISPR 16-1-4 Amd.2 f1 Ed. 1.0 : Verification of common mode absorption devices(CMAD)

- o Reference Document : CISPR/A/424/CD, CISPR/A/452/CD
- o 프로젝트의 현재 상태를 보고하고 향후 진행방향에 대해 논의 → WG1에서 논의후 새로운 프로젝트로 진행하는 것으로 결정
- o CD 초안 문서에 대한 내용 발표(Dr. Ryser, 스위스 : CMAD 프로젝트 리더)
 - CMAD의 주요기능
 - 피시험체에 연결된 케이블의 부하쪽에 정의되지 않은 공통 모드 임피던스에 의해 발생하는 영향 억제
 - 피시험체에 연결된 케이블의 부하쪽에 정의되지 않은 대칭성에 의해 발생하는 영향 억제
- o 2004년 10월 30일까지 두 번째 CD 문서를 작성하여 각 국가 위원회에 회람할 예정

11). CISPR 16-2-3 Amd.1 f3 Ed. 1.0 : Amplitude probability distribution (APD) measurement method

- o Reference Document : CISPR/A/498/CD, A/526/CC, A/538/CD
- o Amplitude Probability Distribution 측정방법
- o Compliments CIS/A/487/CD on instrumentation specifications

- o 두 가지 측정방법 명시 :
 - 명시된 필드 세기 레벨을 초과하는 방해파 시간의 확률
 - 시간의 확률을 명시하기 위하여 방해파 필드 세기 레벨 측정
 - o APD와 가중치 검파기의 응용에 대한 문서 초안을 2005년 1월 31일까지 작성하고 이를 product committee에 보고할 예정
 - o APD 기법을 사용하기 위한 허용기준 결과과 관련된 문서 초안을 2004년 12월 31일까지 작성하고 CISPR H 위원회에 보고할 예정
- 12). CISPR 16-1-3 Amd.1 Ed. 1.0 : Calibration of the absorbing clamp in the frequency range 30 MHz to 1000 MHz
- o Reference Document : CISPR/A/517/FDIS, A/532/RVD
 - o 전기·전자기장 접촉되는 케이블을 통하여 방사되는 전자파 측정을 위해 방사 전력을 결정하기 위한 정의, 흡수 클램프의 구성, 방해파 측정을 위한 시험장의 적합성, 전계강도의 허용기준과 방해파 전력 허용기준과의 관계 설명
 - o 본 프로젝트는 517/FDIS 문서에 대해 23개국 찬성으로 통과 되었으며, CISPR 16-1-3 문서에 반영
- 13). CISPR 16-1-2 Amd.1 f1 Ed. 1.0 : Capacitive voltage probe
- o Reference Document : CISPR/A/503/FDIS, A/521/RVD
 - o 본 프로젝트는 503/FDIS 문서에 대해 23개국 국가위원회중 22개국 찬성으로 승인되었으며, CISPR 16-2-1 문서에 반영될 예정
- 14). CISPR 16-1-4 Amd.2 f4 Ed. 1.0 : Definition of reference for radiated field strength
- o Reference Document : CISPR/A/541/MCR
 - o 본 프로젝트 관련 첫 번째 CD 문서를 2004년 12월 31일까지 작성하여 각 국가 위원회에 회람할 예정
 - o 일정 : 2005. 2 - CD, 2006. 11 - CDV, 2007. 6 - FDIS, 2007. 9 - IS
- 15). CISPR 16-1-4 Amd.2 Ed. 1.0 : Alternative test site suitable without ground plane
- o Reference Document : CISPR/A/499/FDIS. A/514/RVD
 - o 내성 시험장으로 사용하고 있는 접지면이 없는 전자파 무반사실에서 전자파 장해를 측정하기위한 프로젝트로써, 연구 결과를 CISPR 16-1-4에 반영

- o 본 프로젝트는 499/FDIS 문서에 대해서 25개국 중 24개국 찬성으로 승인됨
- 16). CISPR 16-2-2 Amd.2 f7 Ed. 1.0 : Measurement using the absorbing clamp, 30 MHz to 1000 MHz
- o Reference Document : CISPR/A/506/FDIS. A/524/RVD
 - o 본 프로젝트는 흡수 클램프를 이용하여 교란전(disturbancepower)을 측정하는 방법에 관한 CISPR 16-2-2 문서에 반영하고자 함.
 - o 흡수 클램프에 대한 교정방법에 대한 개정을 목적으로 CISPR/A WG1에서 시작되었으나, CISPR/A에서 실시한 Round Robin Test 결과와 각종 문헌, 실험 등으로부터 기존의 흡수 클램프를 이용한 실험방법이 적절히 개정될 경우, 측정 불확도가 개선될 것으로 기대 됨. 또한, 기존의 측정방법에서의 규격이 충분하지 않아 이를 개정하기 위해 현재 WG2에서 진행하고 있음.
 - o 25개국 국가위원회 중 25개국 찬성으로 승인(524/RVD)
- 17). CISPR 16-2-3 Amd.2 f4 Ed. 1.0 : Conditions for the use of alternative test methods
- o Reference Document : CISPR/A/494/CC. A/529/CD
 - o 본 프로젝트는 대용 측정시설과 표준 측정시설에서 측정된 결과가 높은 상관관계를 갖도록 하기 위한 측정방법, 적절한 허용기준, 평가방법에 대한 연구를 목적으로 함.
 - o 대용 시험시설에 대한 사용조건과 관련하여 작성된 두 번째 CD 문서에 대해 2004년 9월까지 각 국가위원회에 회람하고 CC 문서를 작성할 예정
- 18). CISPR 16-4-1 Amd.1 f2 TR Ed. 1.0 : Compliance uncertainty of radiated measurements
- o Reference Document : CISPR/A/425/MCR
 - o 노이즈 측정시 고려해야 하는 전자파적합성 관련 불확도에 대한 첫 번째 CD 문서 준비하여 회람할 예정
 - o WG2에서 담당하고 있으며, 프로젝트 리더는 네덜란드 Philips 사의 Pierre A. Beeckman 임.
 - o 일정 : 2005. 8 - CDV, 2006. 5 - FDIS, 2007. 2 - IS

19). 기타

- o WG2의 명칭변경 : EMC Measurement Methods, Statistical Techniques and Uncertainty(변경사유 : WG2에서 가지고 있는 허용기준에 대한 제정 역할을 SC H로 위임하기 위함)
- o CISPR SC A의 website 개설 : <http://cispri.iec.ch>
- o CISPR SC A Secretary가 각종 문서에 대한 국가위원회들의 comments 기술방법이 일정하지 않아서 정리하는데 어려움을 토로하고 있으며, FORM 8C(IEC)1988 -03-01에서 정의한 문서 형식에 맞게 작성하도록 강력히 권고함.
- o 영문 감수
 - 비영어권 국가에서 작성된 문서에 대해 영문확인을 위한 Reviewer 그룹을 구성하고, 그 결과를 저자에게 통보하기로 함.
 - Reviewer Group : Alexander(영국), Harrington(미국), Hall(미국)

20). 다음회의 : 남아프리카 케이프타운, 2005. 10. 20. ~ 10. 25.

□ Subcommittee H

- 의장 : Mr. Monsieur Bernard Despres(프랑스)
- 간사 : Mr. Christian M Verholt(덴마크)
- 회의일자 : 2004. 9. 14. ~ 9. 16.(3일간)

1). IEC 61000-6-3 Ed. 2.0 : Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments

- o Reference Document : CISPR/H/85/CD, CISPR/H/92/CC
- o 주거지역, 상업지역, 경공업 환경에서 장해에 대한 일반규격
- o 이 프로젝트에 대한 각 국가 위원회의 의견 발표
 - 오스트리아 : 30 ~ 230 MHz의 허용기준에 대해 수정요청
 - 10 m : 23 dBuV/m
 - 5 m : 30 dBuV/m
 - 3 m : 35 dBuV/m로 수정 요청
 - 독일 : CISPR/A/529/CD를 언급하면서,
 - 3 m : 35 dBuV/m → 37 ~ 35 dBuV/m로 변경하고,
 - 측정 주파수 범위를 나누자고 주장

주파수 범위[MHz]	허용기준[dBuV/m]
30 ~ 230	35
230 ~ 1000	42

- 프랑스 : 30 ~ 230 MHz의 허용기준에 대해 언급
- 오스트리아 의견에 대해 지지

2). IEC 61000-6-4 Ed. 2.0 : Electromagnetic compatibility (EMC) -
Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments

o Reference Document : CISPR/H/8/CD, CISPR/H/93/CC

o 산업환경에서 장해에 대한 일반규격

o 이 프로젝트에 대한 각 국가 위원회의 의견 발표

- 오스트리아
 - 30 ~ 230MHz의 허용기준: 10 m(35dBuV/m), 5m(42 dBuV/m)
- 독일
 - 현장시험이라는 단어를 제거하고 CISPR 22 규격의 Appendix C1.3의 측정방법을 언급하면서 표 1의 신호선의 허용기준을 도입하자고 주장
 - 허용기준[3 m 측정거리]

주파수 범위[MHz]	허용기준[dBuV/m]
30 ~ 230	35
230 ~ 1000	42

- 프랑스 : 오스트리아 의견지지
- 영국 : 10 m 측정거리의 적용 설명
- 일본 : OATS와 FAR 측정시 허용기준을 구분할 것을 주장

OATS		FAR	
주파수 범위[MHz]	허용기준[dBuV/m]	주파수 범위[MHz]	허용기준[dBuV/m]
30 ~ 230 [10 m]	45 ~ 35	30 ~ 230 [10 m]	35
30 ~ 230 [5 m]	50 ~ 40	30 ~ 230 [5 m]	40

3). IEC 61000-6-7 Ed. 1.0 : Generic emission standard for in-situ measurements

- o Reference Document : CISPR/H/8/NP, CISPR/H/93/RNV
 - o 현장측정에 대한 일반규격
 - o 현재 진행중인 CENELEC 규격과 협력하여 작업을 진행하기로 함.
 - o 2005년 2월 중 독일 프랑크푸르트에서 회의를 진행하기로 결정
 - o 2005년 6월까지 CD 문서 준비
- 4). 다음회의 : 남아프리카 케이프타운, 2005. 10. 20. ~ 10. 21.

□ Subcommittee I

- 의장 : Mr. Martin A. Wright(영국)
- 간사 : Mr. Kenji Okazaki(일본)
- 회의일자 : 2004. 9. 13. ~ 9. 16.(4일간)
- Working Group
 - WG 1 : 음성, TV 방송 수신기의 전자파 방사와 내성에 대한 허용기준과 측정방법
 - WG 2 : 멀티미디어 장치에 대한 전자파 방사에 대한 허용기준과 측정방법
 - WG 3 : 정보통신기기 및 음성, TV 방송 수신기와 관련기기에 대한 전자파 방사에 대한 허용기준과 측정방법
 - WG 4 : 멀티미디어 장치에 대한 전자파 내성에 대한 허용기준과 측정방법

1). 회의 의제

- Reference Document : CISPR/I/112A/DA[다음과 같이 수정되어 회의 진행]
- CISPR/I(Shanghai/France)-04-01을 item 7.3.1에 추가
- CISPR/I/WG2/2004/report를 Item 8.2에 추가
- CISPR/I/WG4/2004/report를 Item 8.4에 추가
- CISPR/I/X1/FDIS의 Item 7.1.1을 CISPR/I/125/FDIS 대체
- CISPR/I/X2/FDIS의 item 7.1.3을 CISPR/I/124/FDIS 대체

2). 2003년 제주 회의의 회의록에 대한 확인

- Reference Document : CISPR/I/98/RM

3). CISPR SC I WG1, WG2, WG3 AND WG4의 MEMBERS 수정

- Reference Document : CISPR/I/108/WG
- 회원명부에 대한 최근 목록이 회람되었으며, 수정사항이 있다면 수정할 것을 요청함.
- SC I 의장은 IEC 운영 규격에 따라 working group에 한 국가당 3명이상의 위원을 둘 수 없음을 공지함.

4). IEC 중앙 사무국의 공지사항

- IEC 중앙 사무국에 의해 공지된 문서는 CISPR/I 상하이 회의 RM에 포함되어 발간될 것임.

5). UPDATE THE PROGRAMME OF WORK OF CISPR/I AS RECORDED BY IEC CENTRAL OFFICE

- Reference Document : CISPR/I/120/PW
- CISPR 22 Amd.2 f15 Ed.3.0 3m 측정거리프로젝트 PW 삭제
- The project, CISPR 22 Amd.2 LAN에 대한 프로젝트 PW 삭제
- 측정 불확도 프로젝트 CISPR 22 Amd.2 f1 Ed.4.0의 리더로 Don Heirman 추가
- CISPR 22 Amd.2 f2 Ed.4.0 프로젝트의 제목 변경
"CISPR 22 Ed. 3: Information technology equipment Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement"
→ "Amendment to CISPR 22: Definition of ITE with radio transmitter and/or reception function".
- PLC 프로젝트 리더가 Luscher에서 Wirth로 변경
- WG3 런던회의에서 합의된 편집상의 변경이 고려되지 않은 CISPR /I/114/FDIS 문서에 대해 수정 문서가 각 국가 위원회에 송부될 것이며, 투표기간을 2개월 연장함.
- CISPR 32에 대한 프로젝트 리더, Chiyojima에서 Storrs로 변경.

6). CISPR/I의 프로젝트 검토

(1) FDIS 단계 프로젝트

- o CISPR 20 A2 Ed. 5.0 : Sound and television broadcast receiver and associated equipment Immunity characteristics Limits and methods of measurement
- Reference Document : CISPR/I/47/CDV, CISPR/I/69/RVC, CISPR/I/124/FDIS, CISPR/I/122/INF

- 음성 및 TV 방송 수신기와 관련기기의 내성 특성에 대한 허용기준과 측정방법
- o CISPR 29 Ed.1.0 : Television broadcast receivers and associated equipment immunity characteristics Method of objective picture assessment
 - Reference Document : CISPR/I/104/DTR, CISPR/I/119/RVC, CISPR/I/122/INF
 - TV 방송 수신기 및 관련된 기기-내성 특성-객관적 화질 평가
- o CISPR 22 A1 f3 Ed. 4.0 : Amendment to CISPR 22 : Improvements to Annex C
 - Reference Document : CISPR/I/71/CDV, CISPR/I/88A/RVC, CISPR/I/114/FDIS
- o CISPR 22 A2 f1 Ed. 4.0 : Amendment to CISPR 22: New Clause 11 Measurement uncertainty
 - Reference Document : CISPR/I/77/CDV, CISPR/I/125/FDIS
 - 측정 불확도에 대한 항목 추가
- o CISPR 22 A2 f14 Ed. 4.0 : Amendment to CISPR 22: Test set-up clarification
 - Reference Document : CISPR/I/85/CDV, CISPR/I/109/RVC
- o Publication of Amendments to CISPR 22 Ed.4 and revision of CISPR 22
 - CISPR 22 Amd.1의 발간이 연기됨. Annex C, 측정 불확도, test set-ups에 대한 FDIS 문서가 포함되어 CISPR 22 Ed. 5로 발간될 것임.

(2) CDV 단계 프로젝트

- o CISPR 22 A1 f1 Ed. 4.0 : Amendment to CISPR 22: Emission limits and method of measurement from 1 GHz to 6 GHz
 - Reference Document : CISPR/I/65/CDV, CISPR/I/81/RVC, CISPR/I/105/CDV
 - 105/CDV 문서에 대한 투표 마감일이 2004년 10월 1일로 되어 있어 기술적인 토론을 진행하지 않았음.
- o CISPR 22 A1 f2 Ed. 4.0 : Amendment to CISPR 22: Emission limits and method of measurement

from 6 GHz to 18 GHz

- Reference Document : CISPR/I/66/CDV, CISPR/I/82/RVC,
CISPR/I/106A/CDV
- 106/CDV 문서에 대한 투표 마감일이 2004년 10월 1일로 되어
있어 기술적인 토론을 진행하지 않았음.
- o CISPR 22 A2 f2 Ed.4.0 : Amendment to CISPR 22: Definition
of ITE with radio transmitter and/or
reception function
- Reference Document : CISPR/I/51/CD, CISPR/I/115/CDV
- 115/CDV 문서에 대한 투표 마감일이 2005년 1월 7일로 되어
있으며, 투표진행 중이므로 기술적인 토론을 진행하지 않았음.
- 2005년 1월 7일 투표마감
- o CISPR 22 A2 f15 Ed.4.0 : Amendment to CISPR 22: Improvement
of the test configurations
- Reference Document : CISPR/I/91/CD, CISPR/I/118/CDV
- 118/CDV 문서에 대한 투표 마감일이 2004년 1월 7일로 되어
있으며, 투표진행 중이므로 기술적인 토론을 진행하지 않았음.
- 2005년 1월 7일 투표마감

(3) CD 단계 프로젝트

- o CISPR 22 A2 f9 Ed.4.0 : Clarification of telecommunication
ports (used for PLC)
- Reference Document : CISPR/I/44/CD, CISPR/I/63/CC,
CISPR/I/89/CD, ISPR/I/102/CC
- Task Force team은 상하이 회의에서 토론된 PAS에 대해 수정
하며, 2개월 이내에 수정본을 완성하기 위하여 E-mail로 토론
을 진행할 것임.
- 만약 그렇게 되지 않는다면, Chairman은 상하이 회의에 참석
하지 않은 NC를 위하여 설명 자료를 포함한 NP를 준비할 것임.
- Task Force team: Wirth, Bouman-DE, Petite, Storrs, Victor,
Osabe, Amemiya, Trevand, Delavalle, Garieosa, Griffin,
Detreg, Christian
- ※ 측정방법 및 허용기준에 대한 논의
- PLC 단자 측정방법: 전원단자와 통신단자에 대해 두번 측정
가) 전원단자 모드 : V-network 이용하여 측정

CISPR 22의 표 1과 2의 허용기준적용

나) 통신단자 모드 : T-ISN 이용하여 측정

CISPR 22의 표 3과 4의 허용기준적용

▷ 각 국가위원회는 두 가지 다른 기능에 대해 독립된 허용 기준을 적용하는 새로운 접근 방식에 대해 많은 의견을 제시하였음.

- LCL에 대한 논의

가) T-ISN은 공통모드 전압을 측정하기에 적절하며, LCL은 차동모드를 공통모드로 변화시키기 위해 고려되어야 할 파라메타임.

나) LCL 값에 대해 유럽에서는 $30 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$ 를 주장하고 있으며, 일본에서는 $25 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$ 로 제안하였음.

다) LCL 값은 전송선을 twisted 할 때와 하지 않았을 때, 동축 케이블을 사용할 때의 경우에 따라 각각 다르게 나타나고, Tolerance가 크다는 것에 대해 논의가 진행됨.

o CISPR 22 A2 f16 Ed.4.0 : Amendment to CISPR 22: Changes to non-invasive telecommunication port conducted emissions measurements

- Reference Document : CISPR/I/93/CD, CISPR/I/103/CC

(4) Projects on preparatory stage

o CISPR 32 Ed.1.0: Information technology, multimedia equipment and receivers Radio disturbance characteristics limits and methods of measurement

- Reference Document : CISPR/I/85/NP, CISPR/I/101/RVN, CISPR/I/110A/Q, CISPR/I/113/RQ, CISPR/I/123/INF

- 멀티미디어 기기 통합 규격 관련 프로젝트

(5) 새로운 프로젝트

o NWIP on Immunity standard for multimedia products

- Reference Document : CISPR/I/111/NP

- 멀티미디어 기기에 대한 내성 시험 표준

o Amendment to CISPR 13 : Sound and television broadcast receivers and associated equipment Radio disturbance characteristics Limits and methods of measurement

- Reference Document : CISPR/I/116/MCR, CISPR/I/122/INF
- 음성, TV 방송 수신기 및 관련기기-무선장해 특성-허용기준과 측정방법

7). REPORT FROM CISPR/I WORKING GROUPS ON ITEMS NOT COVERED THE ABOVE

o WG1의 보고서 : CISPR/I/122/INF

- 디지털 TV에 대한 새로운 측정방법의 필요성에 따라 DC 문서 발간 예정
- Mr. Medler 차폐효과 측정방법의 Task Force team의 리더

o WG2의 보고서 : CISPR/I/123/INF

- Mr. Storrs의 보고 내용

o Mr. David Travers는 상하이 회의 전인 9월 8일에 co-convener의 자격을 사임하였음. Mr. Kenji Okazaki가 새로운 co-convener의 역할을 수행하기로 함.

- Kenji Okazaki는 WG2의 Co-convener의 역할을 수행하기로 함.
- 현재의 Task Force team은 Mr. Storrs에 의해 운영되고, Mr. Chyojima에 의해 운영되었던 Project team은 해산하기로 함.
- WG2의 새로운 Task Force team은 멀티미디어 기기 내성에 대한 초안을 작성하기로 함.
- Mr. Ronald Storrs은 새로운 Task Force team의 Convener 역할을 수행하기로 함.
- CISPR/I/WG2/02S에 근거한 멀티미디어 기기 장애의 초안에 대한 DC가 발간될 예정

o Report from WG3

- Mr. Morsman은 CISPR 22로부터 30 dB ISN을 삭제하기 위한 CDV문서를 준비할 것임.
- Mr. Griffin은 LAN traffic에 대한 CD 문서를 준비하기로 함.

o Report from WG4

8). MAINTENANCE CYCLE

o Application of the 3 year maintenance cycle to CISPR 20

- 1-year imminence cycle will apply to CISPR 20 after co-mpletion of FDIS on objective picture evaluation, and review It at the next CISPR/I meeting.

- o Application of the 3 year maintenance cycle to CISPR 22
- 3년 imminence cycle는 CISPR 22에 바로 적용하지 않고 케이프타운 회의에서 재검토될 예정

9). ANY OTHER BUSINESS

- Chairman은 Mr. Tzimenakis와 함께 CISPR/I/121Q에 대해 답변서를 작성할 예정.
- CISPR/I의 secretary 변경[Kenji Okazaki → Mr. Yamaguchi]

10). 다음회의 : 남아프리카 케이프타운, 2005. 10. 17. ~ 10. 19.

4. 기가헤르츠 대역 EMI CISPR 2004 표준화 동향

국제적 정보사회 발전 흐름에 컴퓨터와 같은 정보기술 장치(Information Technology Equipment)는 클럭(Clock) 속도가 1 GHz 이상을 훨씬 상회하는 급속한 발전이 진행되고 있다. 그러나 ITE 기기들로부터 방출되는 불요전파는 각종 기기들의 오동작에 그 원인이 되고 있으며, 기가헤르츠 대역에서 사용되고 있는 이동성, 근거리, 및 저 전력 특성을 갖는 PCS 1900, IMT-2000, Bluetooth, 무선랜(WLAN) 등의 서비스에 통신 장애를 유발시키는 장애원이 되고 있다. 이러한 문제를 기술적, 제도적으로 해결하고자 국제 전파장애특별위원회(CISPR)에서는 주파수 1 GHz 이상의 대역에서 정보기기의 불요파 방사를 제한하기 위한 허용기준 작업을 수행하고 있으며, 시험의 정확성과 재현성을 확보하기 위하여 시험방법, 시험장 평가방법 및 측정기 규격 등에 대한 작업에 많은 진전이 있었다. 국내 ITE 기기 생산업체와 관련 시험기관에서는 이에 대한 기술기준을 사전에 대비하여 향후 우리나라뿐만 아니라 주요 수출국에서 적용될 기가헤르츠 대역 EMI 규제에 대비할 필요가 있을 것이다.

기가헤르츠 대역 EMI 기술기준 주요 프로젝트 현황

프로젝트명	단계	주요내용	비고
허용기준	CDV	<ul style="list-style-type: none"> o 1 ~ 6 GHz 허용기준 확정 o 6 ~ 18 GHz 허용기준 부결 o 무선 통신, 방송을 고려한 허용기준 요구 	FDIS
시험방법	CDV RVC	<ul style="list-style-type: none"> o 피시험체 크기에 따른 안테나 스캔 방법 o 피시험체 회전은 15° 이하의 스텝 o 투표결과 승인, FDIS 문서발간 예정 	FDIS
시험장 평가	CD	<ul style="list-style-type: none"> o 시험장 적합성 평가를 위한 기술기준 프로젝트 o SVSWR (Site Voltage Wave Ratio) 방법 논의 	진행중
수신기 규격	CD	<ul style="list-style-type: none"> o 1~18 GHz 방사 측정 수신기 요구조건 o 2004년 12월 31일까지 스펙트럼분석기 초안 마련 o 1 MHz IF 대역폭 선택도 만족 수신기 여부 	진행중

1. 기가헤르츠 대역 방사 EMI 허용기준 설정

- o 프로젝트명 : CISPR 22 Amd.1 f1 Ed.4.0 / CISPR 22 Amd.1 f2 Ed.4.0
- o 관련문서 및 진행사항

관련문서	회람일자	주파수 범위 (GHz)	평균치 (dBuV/m)	첨두치 (dBuV/m)	비고
CISPR/G/210/CD	2001. 3. 2.	1 ~ 18	50	70	
CISPR/I/29/CD	2002. 3. 1.	1 ~ 18	54	74	
CISPR/I/65/CDV	2003. 1. 17.	1 ~ 6	54	74	부결
CISPR/I/66/CDV	2003. 1. 17.	6 ~ 18	54	74	부결
CISPR/I/105/CDV	2004. 4. 30.	1 ~ 3	50	70	승인
		3 ~ 6	54	74	
CISPR/I/106/CDV	2004. 4. 30.	6 ~ 18	54	74	부결
<ul style="list-style-type: none"> - 모든 ITE 에 대한 방사 허용기준(Class B), 측정거리 : 3 m - Class A 기기의 경우 6 dB 완화시킴. 					

o 주요 내용

2003년 이전 회람된 CISPR/I/29/CD, CISPR/I/65/CDV, CISPR/I/66/CDV 문서의 평균치 및 첨두치 허용기준은 미국 FCC Part 15의 허용기준(54 dBuV/m)과 동일한 기준을 제시하여 미국을 중심으로 일본, 중국, 한국, 멕시코, 이스라엘과 유럽의 일부 국가에서 지지하였으나 호주, 덴마크, 핀란드, 영국 등 유럽 연합의 일부국가들 중심으로 이 허용기준으로 유럽에서 사용되고 있는 GSM 1800, GSM 1900, 3G WCDMA 및 3G UTRA 등의 무선서비스의 통신 품질을 보호할 수 없다고 반대하며 대안으로 유럽 GSM 방식에 대한 ETSI 규격과 같이 주파수 1 GHz ~ 3 GHz 대역의 제안된 허용기준보다 6 dB 낮은 평균치 48 dBuV/m와 첨두치 68 dBuV/m의 허용기준을 제안하였다. 많은 논란과 우유곡절을 거쳐 2003년 제주 CISPR 회의에서 절충안인 CISPR/I/105/CDV와 CISPR/I/106/CDV 문서를 작성하여 회람하게 되었다. 주요 수정안은 주파수 1 GHz ~ 3 GHz 대역의 허용기준을 4 dB 낮추었으며, 주파수 대역 1 GHz ~ 6 GHz 안에 대해 각국 위원회의 74 %의 찬성으로 기준이 확정되어 2005년 1월까지 FDIS로 발간되게 된다. 이로서 수년간 논의되었던 기가헤르츠 대역의 허용기준이 부분적으로 확정되어 정보 기기에 적용할 수 있게 되었다.

2. 기가헤르츠 대역 EMI 시험방법

o 프로젝트 번호 : CISPR16-2-3 Amd. 1 f1 Ed.1.0

o 관련문서 : CISPR/A/504/CDV (2004.02.13.),
CISPR/A/545/RVC(2004.08.20.)

o 주요 내용

주파수 1 GHz 이상의 범위에서 EMI 측정방법은 지면 반사파를 고려하지 않고 시험체적(test volume)에 있는 피시험체로부터 방출되는 최대 전계강도를 측정한다.

피시험체와 수신 안테나와의 거리는 3 m 이며, 3 m 이외의 거리에서 측정할 경우 1 m 이상에서 10 m 이하의 거리에서 측정을 하게 되며, 이러한 경우 측정 데이터는 자유공간 전파전파 이론에 따라 3 m의 값으로 환산한다. 수신 안테나의 높낮이 스캔의 필요성은 안테나 방향에 수직한 피시험체 체적의 표면에 형성되는 폭 사이즈(w)에 따라 결정되는데, 폭 사이즈는 수신 안테나의 반전력 빔폭(θ_{3dB}) 과 측정거리(d)에 따라 다음 수식으로 계산된다.

$$w = 2d \tan(0.5\theta_{3dB})$$

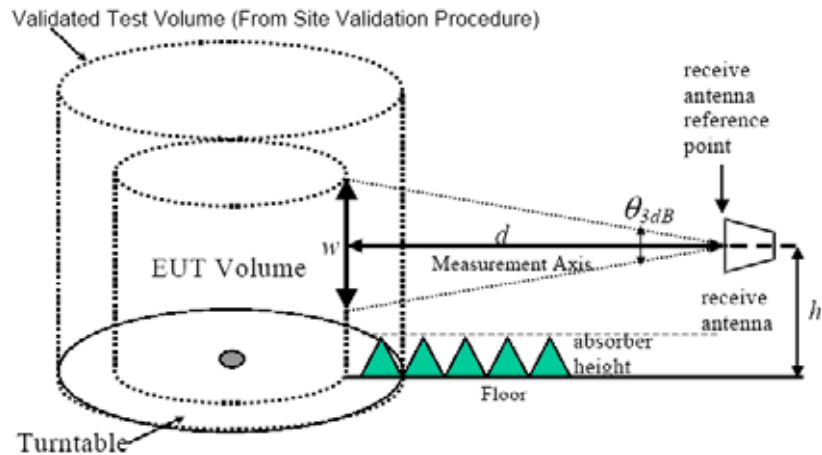
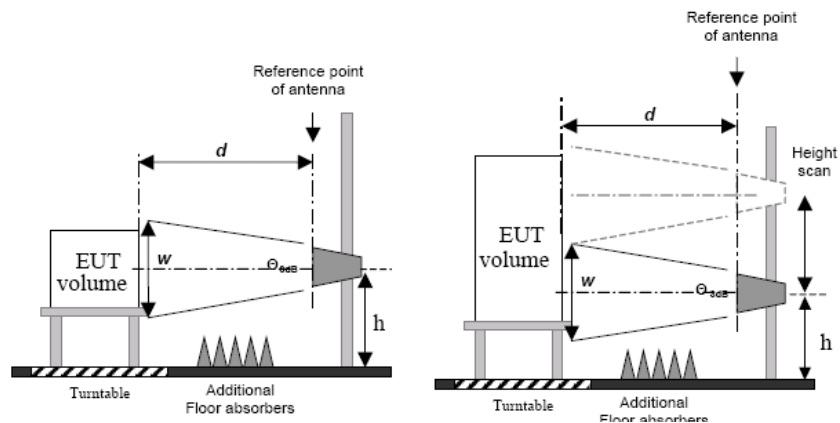


그림 1. 주파수 1 GHz 이상에서 방사 EMI 측정을 위한 구성도

피시험체가 폭 사이즈(w)이내에 포함될 경우 수신 안테나의 boresight를 피시험체의 중심에 고정시켜 측정을 하며 피시험체가 폭 사이즈보다 클 경우 수신 안테나를 연속(continuous)으로 스캔하며 측정을 하는데 피시험체 최대 높이 지점까지 스캔하며 측정한다.



a) w 가 EUT를 포함하고 있는 경우 b) w 가 EUT를 포함하지 못하는 경우
(고정 높이 측정 적용) (하이트 스캔 적용)

그림 2. 두 종류의 피시험체(EUT)에 대한 하이트 스캔 요구사항

피시험체의 회전은 15° 이하의 각도로 증가시켜가며, 측정 주파수와 수직, 수평 편파에 대해 측정을 하며, 연속적인 회전 방식을 적용하기 위해서는 동일한 효과를 갖기 위해 스펙트럼 분석기의 스위프 시간을 정해서 측정을 수행한다.

3. 기가헤르츠 대역 시험장 평가방법

o 프로젝트 명 : CISPR 16-1-4 Amd.2 f3 Ed.1.0 : Site Evaluation Above 1 GHz

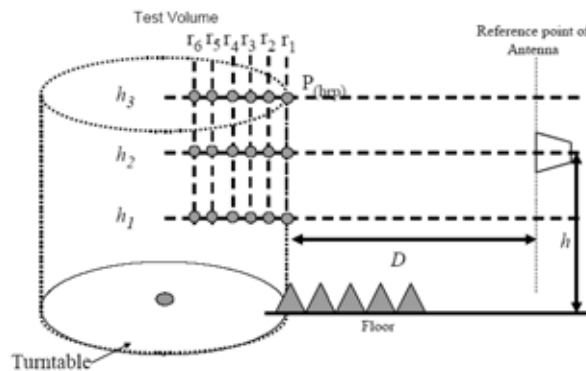
o 관련문서 : CISPR/A/531/CD(2004. 06. 04.)

o 주요내용

6번째 CD 문서인 CIS/A/531/CD에는 1 GHz 이상에서의 시험장 평가와 관련된 내용이 기술되어 있으며, 이는 CISPR 16-1-4에 반영될 예정이다. 시험장 평가를 위해 Site VSWR(Voltage Standing Wave Ratio) 방식을 적용하며, 이 방식은 시험장에서 반사된 신호의 영향을 판단하는 방식으로 송신원에서 수신 안테나로 직접 전달되는 신호와 반사되는 신호로 발생되는 최대 수신 전압에 대한 최소 수신 전압의 dB scale 비로 다음과 같이 정의되며, 시험장 적합성 기준을 $\pm 3.5 dB$ 이내로 규정하고 있다.

$$SVSWR[dB] = V_{\max}[dB] - V_{\min}[dB]$$

SVSWR 평가는 수신 안테나를 피시험체 방사 시험을 위한 위치로 설정하고 송신원 위치를 변화시켜가며 수행한다.



D : 시험공간의 경계와 수신 안테나 사이의 측정거리[m]

h : 수신 안테나의 높이[흡수체보다 70 cm 이상]

P_{hrp} : SVSWR 평가를 위해 요구된 송신 안테나의 위치

그림 3. SVSWR 평가를 위한 송신 안테나 위치에 대한 요구사항

송신원의 위치를 나타내는 P_{hrp} 의 아래 첨자 h 는 높이, r 은 수신안테나와의 거리, p 는 편파를 나타낸다. 그림 3과 같이 총 18개의 송신원 위치에 대해 측정하며, 수신 안테나의 수직 및 수평 편파를 고려하면 모두 36회 측정이 수행된다. 송신원의 3개 높이 h_1 , h_2 , h_3 는 피시험체의 사이즈를 고려한 시험 체적(test volume)의 최대 높이 h_3 에 따라 다음과 같이 정해진다.

h_1 : 시험장 바닥으로부터 $1m$ 높이, 바닥 흡수체로부터 최소 $70cm$ 이상 높이

h_2 : h_1 과 h_3 의 중간지점, $h_2 = 0.5 (h_3 - h_1) + 1 = 0.5(h_3) + 0.5 \text{ m}$

h_3 : 시험체적의 최대 높이

시험체적 공간의 송신원 3개 높이에서 수신 안테나의 기준점으로부터 떨어진 6개 지점에 대해 SVSWR 값을 얻기 위한 시험이 요구된다.

시험장 평가를 위한 송수신 안테나의 특성으로는 시험장의 모든 반사 표면의 조사(illumination)와 또한 실제 피시험기기의 낮은 지향성 이득의 경우에 대한 모의 평가를 위해 송신원(transmit source)으로 전방향성 (omnidirectional) 또는 다이폴과 유사한 방사패턴을 갖는 안테나를 선택한다. 수신 안테나는 선형적 편파특성을 갖는 피시험체에 대한 방사 측정에 사용되는 동일한 안테나를 사용한다. 송신원의 방사 패턴은 전방향성 특성을 가져야 하며, 반파장 다이폴의 이론적인 전개면의 두개 로브 패턴과 비교하여 1 dB 이하의 편차를 확보하여야 한다. 송신원의 패턴이 다이폴 또는 전방향성 방사패턴을 만족하기 위해 그림 4와 같은 패턴이 요구된다.

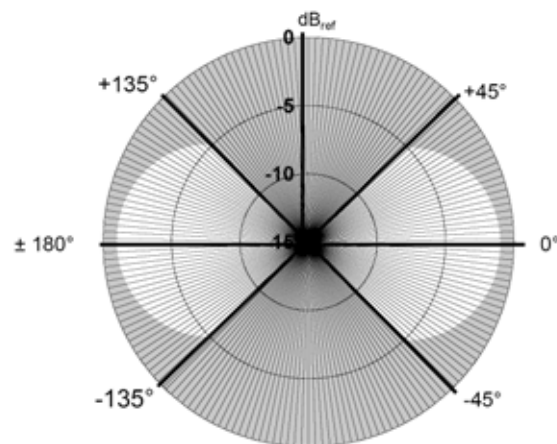


그림 4. 송신원 방사패턴 요구조건

제 2 절 전력선 통신 방사 허용기준 설정

1. 개 요

전력선 통신(PLC)¹⁾은 기존의 전력선 망 인프라를 이용하여 광대역 네트워크 서비스를 제공하기 위한 새로운 기술로써, 전력선로의 열악한 통신 채널 특성으로 인해 과거에는 450 kHz 이하 저주파 대역을 이용하여 송·배전망의 감시 및 제어, 송·변전소간의 통신, 원격검침 등 저속 통신에 이용하였지만, 최근에는 신호처리 및 반도체 기술의 발전으로 2 ~ 30 MHz 주파수 대역을 이용하여 10 Mbps급 이상의 전송속도를 구현하고 있다. 현재 전력선 통신 기술은 그림 1에 나타난 바와 같이 초고속 가입자망, 홈 네트워크, 다양한 멀티미디어 서비스 등 고속 통신을 이용할 수 있는 기술 수준으로 발전하였다.

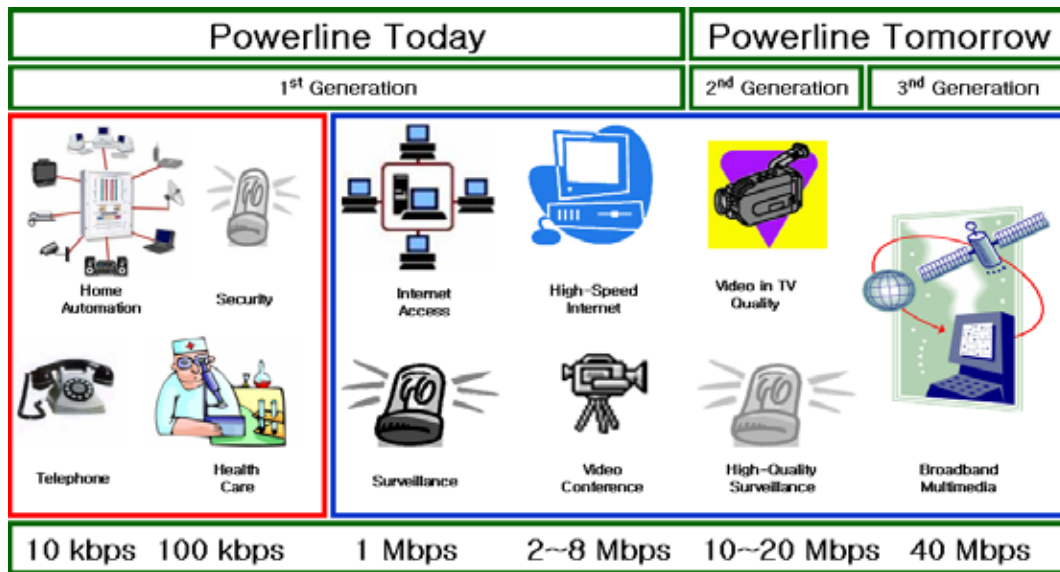
하지만 전력선 통신은 차폐되지 않은 전력선로를 이용하여 광대역 통신을 하기 때문에 외부로 방사되는 불요 전자파의 발생은 피할 수 없게 되며, 이에 따라 30 MHz 이하 단파 대역에서 사용하고 있는 무선 통신에 장애를 유발 시킬 수 있는 문제를 가지고 있다.

본 보고서에서는 전력선 통신에 대한 국내 산업의 활성화와 동일 주파수 대역에서 이용되는 무선 통신 서비스의 보호, 두 가지 기능을 조화롭게 만족시킬 수 있는 전자파 장애 방지 기술기준을 마련하기 위한 기초 작업으로 수행된 조사 결과를 수록하였으며, 연구 수행과 관련 분야 이해 당사자 및 각계 전문가로 구성된 위원회 검토를 통하여 국내 전파환경에 적합한 기술 기준을 제정하고자 하였다.

1). HF 대역의 무선 통신 서비스 현황

광대역 전력선 통신으로 발생하는 복사성 노이즈 스펙트럼의 주파수 대역은 약 1 MHz ~ 30 MHz 이며, 이 주파수 대역에서 장애를 받을 수 있는 단파 대역의 주파수 현황은 그림 6에서와 같이 대부분 고정 및 이동(해상 이동, 육상이동, 항공 이동) 무선 통신 서비스 등이다.

1) Power Line Communication



출처 : Ascom Powerline Communications AG, 2001. 6. 20

그림 5. 전력선 통신 응용 기술

1.6 MHz ~ 30 MHz 범위의 주파수 사용현황

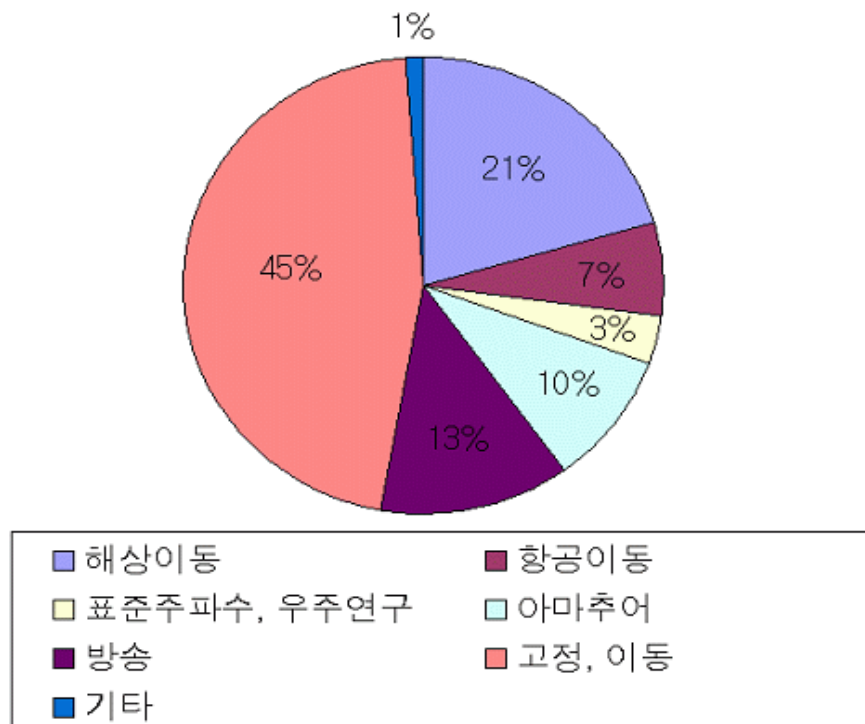


그림 6. HF 대역의 주파수 할당 현황

고정 및 이동 무선 통신 서비스 외에도 단파 대역에서, 전파천문·조난안전 호출 주파수 대역은 총 21개 대역(표 1 참조)이며, 표준 주파수 시보용 대역은 9개 대역으로 2.5 MHz, 4.0 MHz, 5.0 MHz, 8.0 MHz, 10.0 MHz, 15.0MHz, 16.0 MHz, 20.0 MHz, 25.0 MHz 이다. 아마추어 무선 통신 주파수는 총 10개 대역으로 사용되고 있으며, 표 2는 우리나라와 ITU²⁾ 할당 주파수 대역과 현황을 보여주고 있다.

표 1. 전파천문·조난안전호출 대역

주파수 대역 [kHz]	대역폭 [kHz]	용도	비고
2089.5 ~ 2092.5	3	조난·긴급·안전	
2173.5 ~ 2190.5	17	조난·호출	
4125 ~ 4128	3	국제조난·호출	
4177.25 ~ 4177.75	0.5	국제조난	
4207.25 ~ 4207.75	0.5	국제조난	
6215 ~ 6218	3	조난·안전·호출	
6267.75 ~ 6268.25	0.5	국제조난	
6311.75 ~ 6312.25	0.5	국제조난	
8291 ~ 8294	3	국제조난	
8362 ~ 8366	4	구명설비	
8376.25 ~ 8376.75	0.5	국제조난	
8414.25 ~ 8414.75	0.5	국제조난	
12290 ~ 12293	3	조난·안전	
12519.75 ~ 12520.25	0.5	국제조난	
12576.75 ~ 12577.25	0.5	국제조난	
13360 ~ 13410	50	전파천문	전파천문
16420 ~ 16423	3	조난·안전	
16694.75 ~ 16695.25	0.5	국제조난	
16804.25 ~ 16804.75	0.5	국제조난	
25550 ~ 25670	120	전파천문	전파천문
27819 ~ 27823	4	조난·안전·긴급	

2) International Telecommunication Union

표 2. 아마추어 통신 대역

우리나라		ITU		비고
주파수 대역 / 지정 주파수 [MHz]	대역폭 [MHz]	주파수 대역 [MHz]	대역폭 [MHz]	
1.800 ~ 1.825 / 1.8125	0.025	1.8 ~ 2.0	0.2	3.5 MHz, 7.0 MHz, 10.1 MHz, 14.0 MHz, 18.068 MHz, 21.0 MHz, 24.890 MHz 주파수 대역은 재난구조 통신용으로 사용할 수 있음.
3.500 ~ 3.550 / 3.525	0.05	3.5 ~ 4.0	0.5	
3.790 ~ 3.800 / 3.795	0.01			
7.000 ~ 7.100 / 7.050	0.1	7.0 ~ 7.3	0.3	
10.100 ~ 10.150 / 10.125	0.05	10.1 ~ 10.15	0.05	
14.000 ~ 14.350 / 14.175	0.35	14.0 ~ 14.350	0.35	
18.068 ~ 18.168 / 18.118	0.1	18.068 ~ 18.168	0.1	
21.000 ~ 21.450 / 21.225	0.45	21.0 ~ 21.450	0.45	
24.890 ~ 24.990 / 24.940	0.1	24.890 ~ 24.990	0.1	
28.000 ~ 29.700 / 28.850	1.7	28.0 ~ 29.7	1.7	

2. 전력선 통신 EMI 표준화 동향

전력선 통신에 적용 가능한 EMC 표준으로 미국의 FCC Part 15, 독일의 Reg. TP에서 발간한 NB 30, ITU-T의 K.60 규격 등이 있으며, 국제 전자파 장해 특별위원회인 CISPR에서 정보기기 전자파 장해 기술기준인 CISPR 22의 통신 단자 전도성 노이즈 허용기준을 적용하기 위한 규격화 작업이 최근 활발히 진행되고 있다.

1) 국제 전자파 장해 특별 위원회

전력선 통신에 대한 EMI 기술기준은 CISPR 22에 포함되어 있는 통신 단자에 대한 전도성 허용기준을 적용하며, 이러한 전도성 노이즈 측정을 위하여 전력선 통신의 임피던스와 정합되는 T형 ISN³⁾을 사용하도록 규정하며, 현재 차동모드와 공통모드 임피던스 변환시 발생하는 종변환 손실(LCL : Longitudinal Conversion Loss) 값을 설정하는데 각 국가별 이견이 있어 많은 시간이 소용되고 있다.

CISPR 22에 추가되는 내용으로 전력선 통신 단자에 대한 정의와 전력선 통신 단자에서 측정절차 등이 기술되어 있다. 또한 전력선 통신 단자에서 전도성 노이즈 측정시 전력선 통신의 활성(active) 및 비활성(inactive) 상태에 따라 전압을 측정하기 위해 각각 AMN(Artificial Main Network)을 사용하여 전원단자의 허용기준(표 3, 4)을 적용하고 T-ISN의 사용으로 통신 단자에 대한 허용기준(표 5, 6)을 적용하는 2회의 측정방식이 제안되었다. 전력선 통신의 전도성 노이즈 시험을 위한 설치 방식은 그림 3과 같으며, 전력선 통신 모델과 통신 보조 장비를 연결하고 모델과 T-ISN의 거리는 80 cm로 하여 전도성 전류를 측정하기 위해 전류 프로브(current probe)를 사용하게 된다.

표 3. 통신 비활성 상태에서 A급기기에 대한 전원단자 허용기준

주파수 대역[MHz]	허용기준[dBuV]	
	준첨두치	평균치
0.15 ~ 0.5	79	66
0.5 ~ 30	73	60
* 천이 주파수에서는 낮은 허용기준 적용		

3) Impedance Stabilization Network

표 4. 통신 비활성 상태에서 B급기기에 대한 전원단자 허용기준

주파수 대역[MHz]	허용기준[dBuV]	
	준첨두치	평균치
0.15 ~ 0.5	66 ~ 56	56 ~ 46
0.5 ~ 5	56	46
5 ~ 30	60	50
* 천이 주파수에서는 낮은 허용기준 적용 허용기준은 0.15 MHz ~ 0.5 MHz 로그 스케일 주파수 범위에서 선형적으로 감소		

표 5. 통신 활성 상태에서 A급기기에 대한 전원단자 허용기준

주파수 범위 MHz	전압 허용기준[dBuV]		전류 허용기준[dBuA]	
	준첨두치	평균치	준첨두치	평균치
0.15 ~ 0.5	97 ~ 87	84 ~ 74	53 ~ 43	40 ~ 30
0.5 ~ 30	87	74	43	30
* 허용기준은 0.15 MHz ~ 0.5 MHz 로그 스케일 주파수 범위에서 선형적으로 감소 전류 및 전압 방해 허용기준은 시험중인 통신 단자에 대해 150 Ω의 공통모드(비대칭 모드) 임피던스를 내는 임피던스 안정화 회로망(ISN)을 사용하여 얻어낸다. 전환인자 : $20\log 150/I = 44 \text{ dB}$				

표 6. 통신 활성 상태에서 B급기기에 대한 전원단자 허용기준

주파수 범위 MHz	전압 허용기준[dBuV]		전류 허용기준[dBuA]	
	준첨두치	평균치	준첨두치	평균치
0.15 ~ 0.5	84 ~ 74	74 ~ 64	40 ~ 30	30 ~ 20
0.5 ~ 30	74	64	30	20
* 허용기준은 0.15 MHz ~ 0.5 MHz 로그 스케일 주파수 범위에서 선형적으로 감소 전류 및 전압 방해 허용기준은 시험중인 통신 단자에 대해 150 Ω의 공통모드(비대칭 모드) 임피던스를 내는 임피던스 안정화 회로망(ISN)을 사용하여 얻어낸다. 전환인자 : $20\log 150/I = 44 \text{ dB}$				

2004년 상하이에서 개최된 CISPR 회의에서 다른 규격의 정상적인 규격 작업 절차와는 달리 PAS⁴⁾ 상태로 규격작업을 진행하고 있다. 1차 Draft PAS에 대해 투표결과 반대표가 많아 부결되었으며, 작업반을 통해 보완된 2차 Draft PAS가 작성되는 대로 각국 위원회의 투표로 규격화가 가능한 상태로 결정될 것이다.

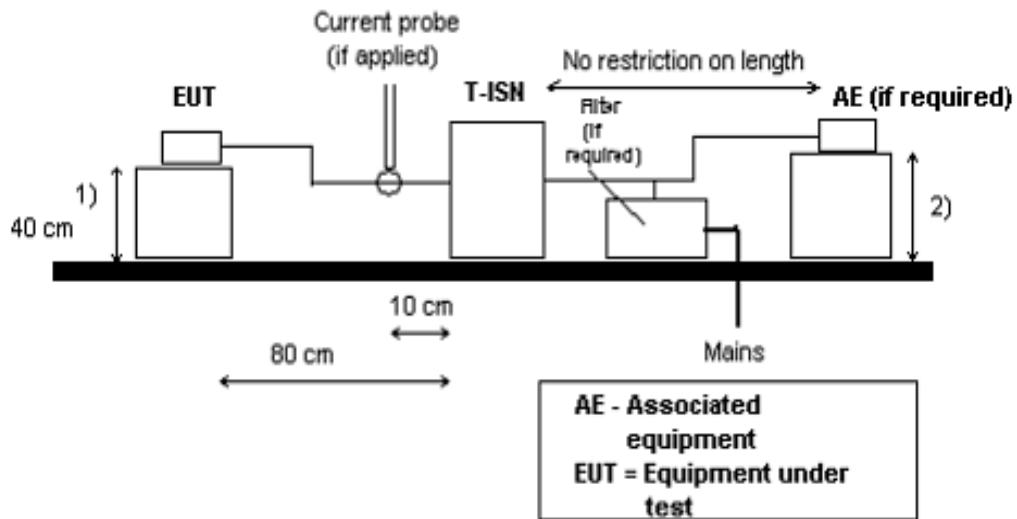


그림 7. 전력선 통신 적합성 평가를 위한 CISPR 제안 셋업 도면도

2) 유럽

유럽의 국가중 전력선 통신에서 발생하는 불요파에 대해 적용할 수 있는 규격으로는 독일의 NB 30과 영국의 MPT 1570이 있다. 이들 규격은 표 7과 그림 8에서와 같이 미국 FCC Part 15 규격 [69.5 dBuV/m]과 국내 미약전파 기준 [54 dBuV/m]에 비해 상당히 엄격하며, 국내 전파환경의 배경잡음 레벨보다 낮은 수준으로 전력선 통신 산업 활성화 측면에서 적용하기가 어렵다.

현재 새로운 규격을 제정하기 위해 CENELEC과 ETSI의 공동 작업반 WG 3에서 전력선 통신을 포함한 전기통신 설비의 방사 및 전도성 불요파 허용 기준과 측정방법에 관한 표준화 작업을 진행해하고 있으며, CISPR 표준화 작업을 예의 주시하고 있다.

4) Publicly Available Specification

표 7. 국가별 전력선 통신 방사 노이즈 허용기준

구분	주파수 대역[MHz]	허용기준[dBuV/m]		비고
		첨두치	준첨두치	
ITU-T K.60	0.009 ~ 1	$52-20\log[f]$ 93 ~ 52	$40-20\log[f]$ 81 ~ 40	측정거리 3 m f : 주파수[MHz]
	1 ~ 30	$52-20\log[f]$ 52 ~ 39	$40-20\log[f]$ 40 ~ 21	
	30 ~ 230	$52-8.8\log[f]$ 40	$52-8.8\log[f]$ 40	
	230 ~ 1000	$52-8.8\log[f]$ 47	$52-8.8\log[f]$ 47	
	1000 ~ 3000	$52-8.8\log[f]$ 74	N.A.	
NB 30 (독일)	1 ~ 30	-	40 ~ 27	운용금지대역 지정 : 조난안전 및 군용 측정거리 : 3 m
MPT 1570 (영국)	0.5 ~ 1.6	-	$40-7.7\log[f]$ 20 ~ 8.6	현재 1.6 MHz까지 기술기준 제정 측정거리 : 1 m
	1.6 ~ 30	-	$20-7.7\log[f]$	1.6 MHz 이상은 작업 미완료
FCC Part 15 (미국)	1.705 ~ 30	-	69. 5 dBuV/m	측정거리 : 3 m
우리나라	연구개발용으로 30 MHz까지 허용			

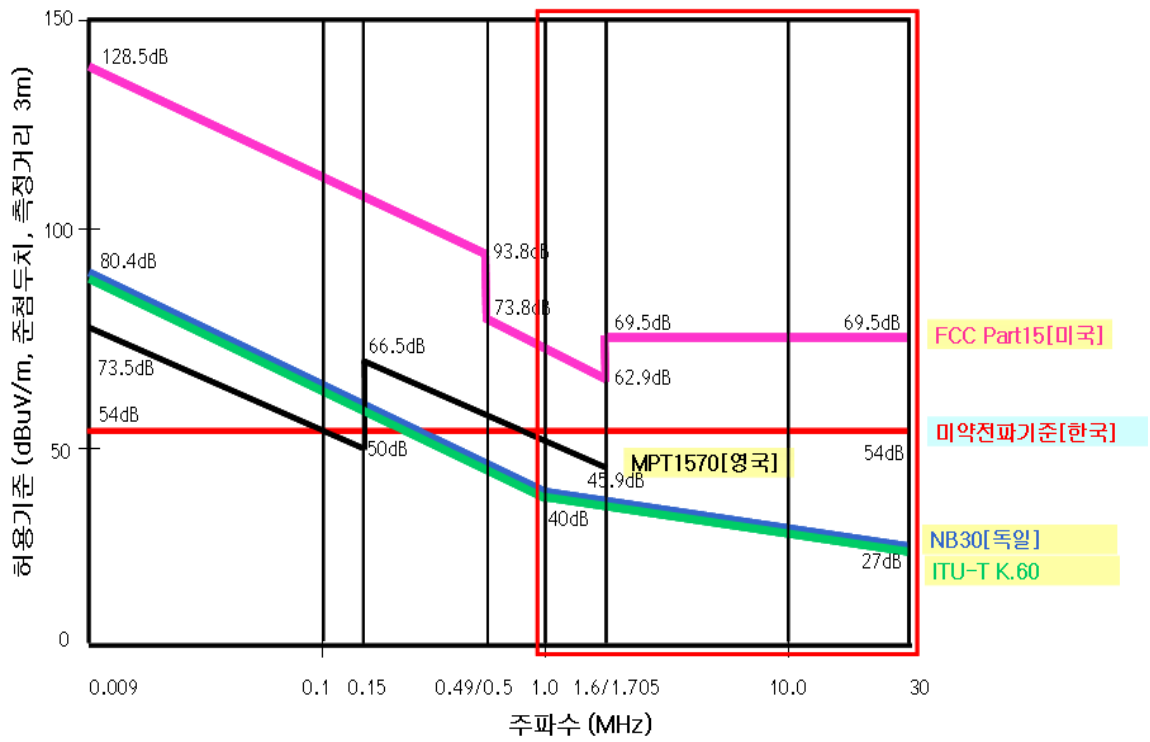


그림 8. 방사 노이즈 허용기준

3. 전력선 통신 불요과 현황 조사

이 장에서는 국내 구축되어 있는 전력선 통신 시범지역(test bed)에서 전력선 통신의 운용으로 발생하는 불요 전자파의 스펙트럼 분포와 단파 대역에서 사용하고 있는 무선 통신의 영향 평가 및 분석결과를 기술하고, 시험장 내에서 전력선 통신의 불요과 측정을 위한 측정방법을 제시하고자 한다.

3.1 현장 측정방법

1) 측정 개요

전력선 통신 시범지역에 대한 현장 측정을 위해 본 실험에서의 측정기기 조건과 측정내용은 각각 표 8와 표 9와 같으며, 전력선 통신 모뎀이 설치된 실내 측정환경과 외부 측정환경은 각각 그림 9 및 10와 같다.

표 8. 현장측정을 위한 수신기 조건

측정 주파수	1 MHz ~ 30 MHz
대역폭	10 kHz
안테나	루프 안테나
검파기	첨두치 검파기

표 9. 전력선 통신 시범지역의 측정내용

구 분	측정내용	
	복사전계 측정위치	무선통신 영향평가
실내측정	방, 거실, 배전반	단파방송
실외측정	10 m 이상 거리	단파방송, 아마추어통신, 군용통신

실내측정에서 전력선 통신 모뎀과 전력선으로부터 발생하는 노이즈를 측정

하는데 일반적으로 적용되는 3 m 방사 측정거리를 확보하기가 쉽지 않아 실내 중앙 지점에 수신 안테나를 위치시켜 측정을 수행하였다. 실외의 경우, 노출된 전력선의 최외각 케이블로부터 수신 안테나까지의 거리를 기준으로 정하였다.

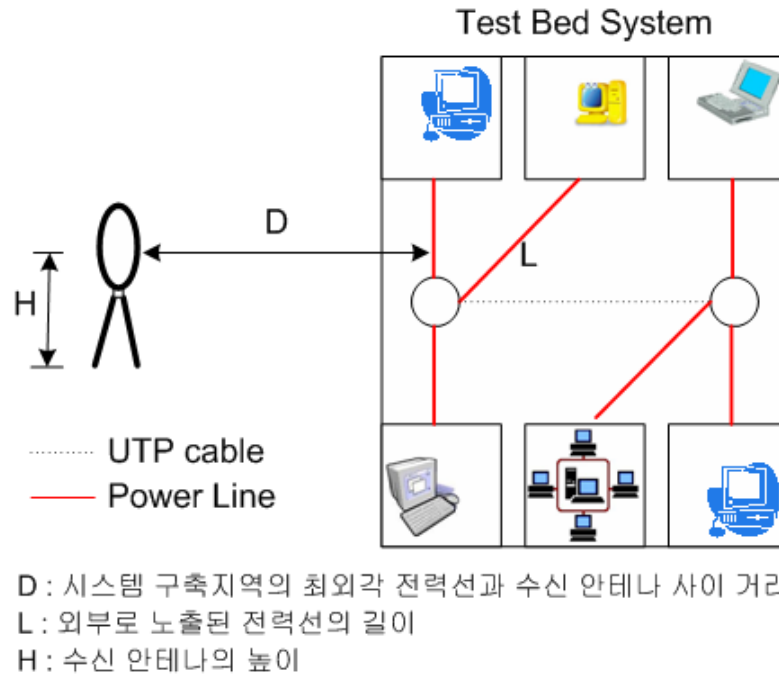


그림 9. 실외 측정 구성도

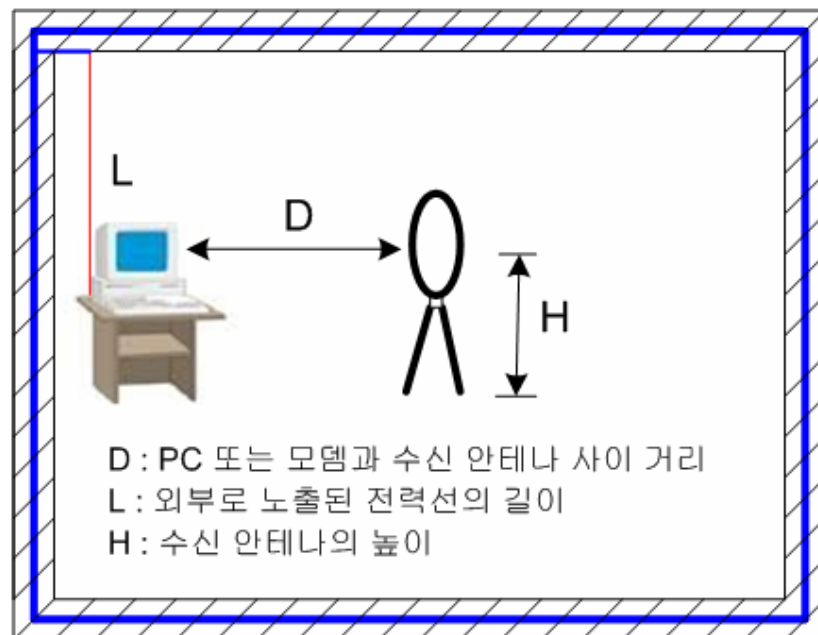


그림 10. 실내 측정 구성도

2) 제주 시범지역 측정결과 및 분석

제주 시범지역은 아파트 단지 내에서 전력선 통신 시스템을 운영하고 있으며, 광케이블 백본 망이 아파트 내부 통신실까지 연결되어 있는 환경이다. 아파트의 각동은 광케이블이나 UTP⁵⁾ 케이블로 연결되어 있으며, 실외로 노출되는 전력선 통신 기능은 없다.

제주 전력선 통신 시범지역은 그림 13와 같이 총 8개동 96개 가구에서 전력선 통신을 이용하고 있다. 그림 11과 그림 12은 제주 전력선 통신 시범지역의 전경과 전력선 통신에 이용되는 배전반, 마스터 모뎀 등 시스템을 보여주고 있다.



그림 11. 제주 전력선 통신 시범지역 전경

5) Unshielded Twisted Pair



(a) 배전반



(b) 마스터 모뎀

그림 12. 제주 지역 전력선 통신 시스템

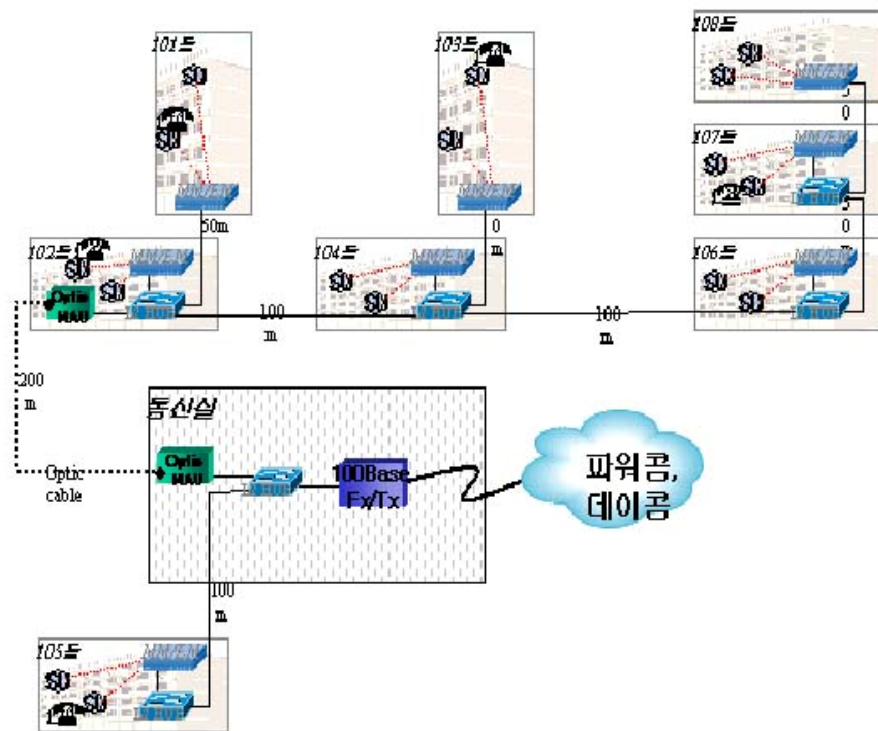


그림 13. 제주 전력선 통신 시범지역의 시스템 구성도



(a) 방 (PLC 모뎀 설치 장소)



(b) 거실 (PLC 모뎀 미설치 장소)

그림 14. 실내 측정 사진



(a) 원거리 측정



(b) 배전반 측정

그림 15. 실외 측정 사진

실내(방) 측정에서 전력선 통신 모뎀과 수신 안테나 사이의 측정거리는 1.5 m이며, 측정 결과는 그림 16와 같다. 배경잡음 즉, 전력선 통신을 사용하지 않았을 때 노이즈 레벨 보다 약 10 dB이상 레벨이 증가된 것을 확인할 수 있다.

그림 17은 전력선 통신 모뎀이 설치되어 있지 않은 거실에서 전력선 통신 운용상태에서 노이즈 스펙트럼 분포이며, 20 MHz 주파수 대역에서 전원 ON/OFF 시 10 dB의 노이즈 차이를 보였다. 거실에서 전력선 통신에 의한

불요파 측정시 벽면으로부터 2.5 m 거리를 확보하였다.

그림 18는 배전반에서 발생하는 전력선 통신의 침투치 노이즈 스펙트럼 분포로써, 수신 안테나와 배전반 사이의 측정거리는 2 m이다.

아파트 단지 외부에서 측정 지점 이동에 따라 스펙트럼 비교 결과는 그림 15와 같이 배경잡음과 비교하여 거의 차이가 없다.

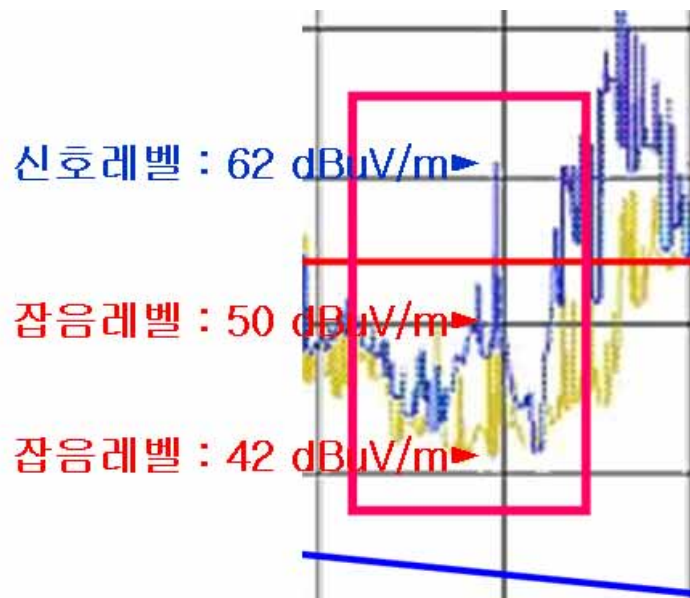


그림 16. 실내(방)의 측정 노이즈 레벨



그림 17. 실내(거실)의 측정 노이즈 레벨



그림 18. 실외(배전반) 측정 노이즈 레벨

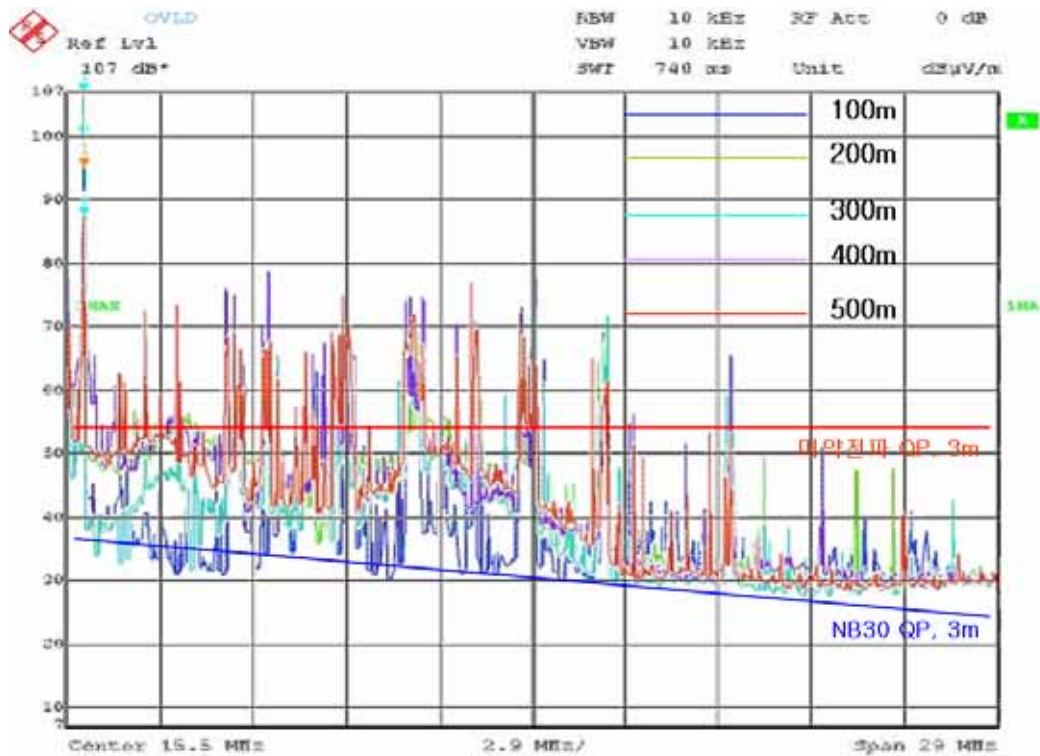


그림 19. 거리별 측정 노이즈 레벨 비교

전력선 통신 모뎀이 설치된 실내의 경우 전력선이 외부로 유출되어 있고, 방안의 복잡한 전력선의 배치로 인하여 비교적 높은 노이즈 레벨 분포와 단파방송 수신에 다소 장애가 있었으며, 전력선 통신의 주입 단자 배전반에서도 단파방송 수신에 장애를 발생시켰다.

실외 측정에서는 건물 콘크리트 벽의 차폐효과로 노이즈 레벨이 감쇄되었으며, 10 m이상의 거리에서는 전력선 통신 노이즈에 따른 스펙트럼 변화 현상은 발생되지 않았으며, 단파방송 수신에 전혀 장애가 발생하지 않았다.

3) 대전 시범지역 측정결과 및 분석

대전 시범지역은 단독 주택에 전력선 통신 서비스를 제공하는 형태로서, 제주 지역과는 달리 외부로 전력선이 노출되어 있는 환경이다. 그림 20, 21에서와 같이 두 개의 지역에 4개의 마스터(master) 모뎀과 16개의 슬레이브(slave) 모뎀이 설치되어 있으며, 각 마스터 모뎀사이에는 UTP 케이블로 연결되어 있다. 그림 22(b)에서 마스터 모뎀은 붉은색 원으로 표시하였으며, 마스터 모뎀사이의 거리는 26 m이다.



(a) 실내 측정



(b) 마스터 모뎀 사이 측정



(c) 실외 거리별 측정

그림 22. 측정 사진

그림 23는 마스터 모뎀사이에서 측정한 전계 스펙트럼 분포로써, 전원 ON/OFF시 노이즈 레벨이 약 15 dB 정도의 변화가 있었다.

전력선 아래에서 전력선 통신 운용시 측정된 노이즈 레벨은 그림 24과 같으며, 노이즈 레벨은 약 50 dBuV/m로 수신되었다. 측정된 지점에서 전력선의 높이는 약 3 m이다.

그림 25은 전력선으로부터 거리 3 m 지점에서 측정한 결과로써, 전력선 아래에서 측정 레벨보다 10 dB 정도 노이즈 레벨이 감소하였다.

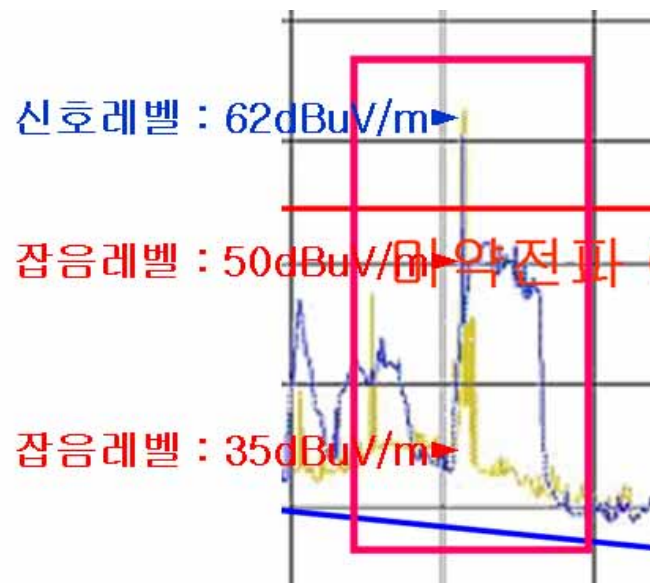
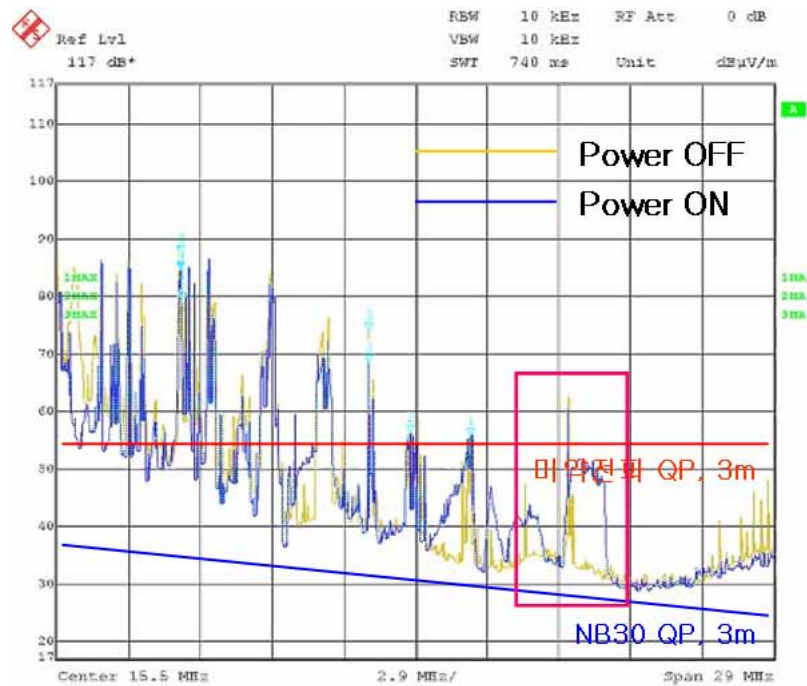
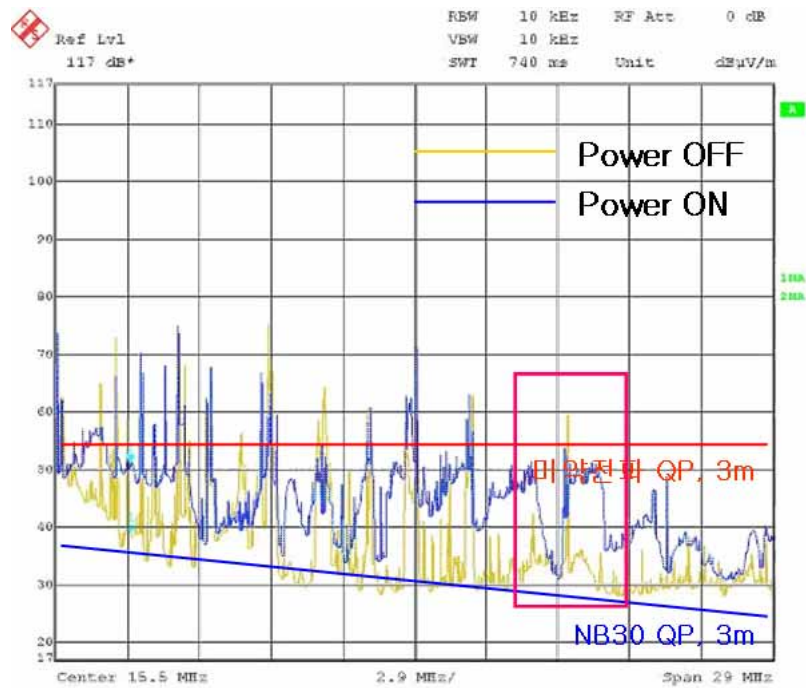


그림 23. 시스템 지역 내(마스터 모뎀 사이) 측정 노이즈 레벨

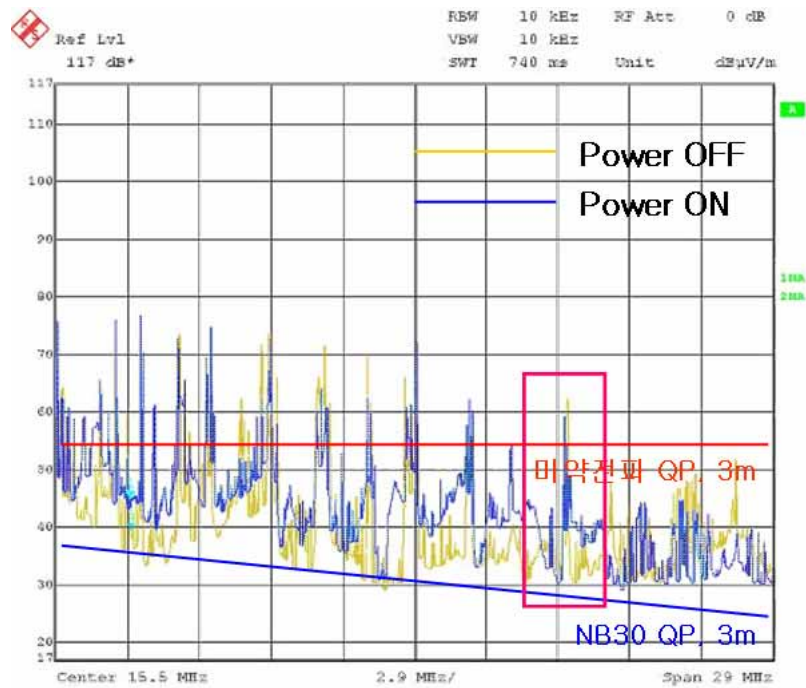


신호레벨 : 60 dB μ V/m

잡음레벨 : 50 dB μ V/m

잡음레벨 : 32 dB μ V/m

그림 24. 시스템 지역 내(전력선 아래) 측정 노이즈 레벨



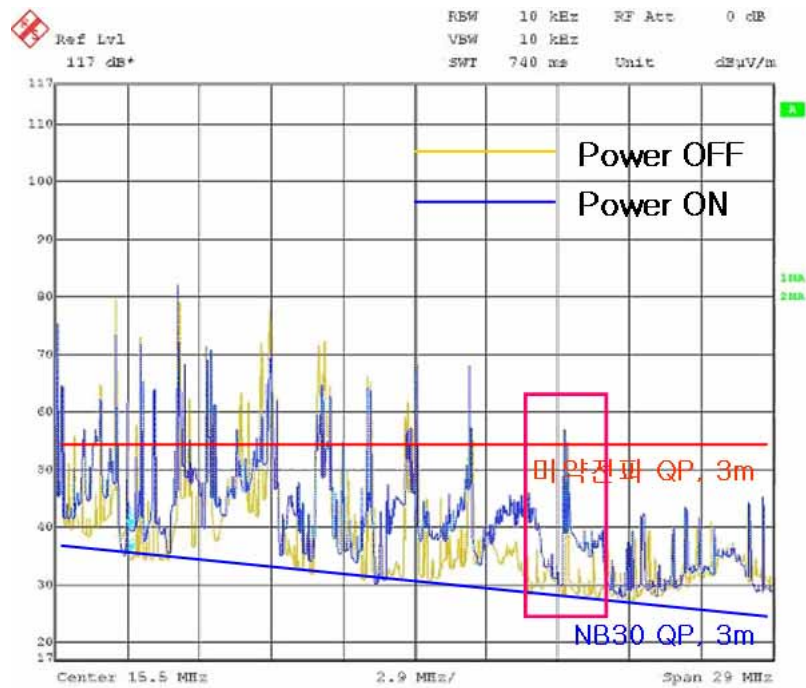
신호레벨 : 61 dBuV/m▶

미약전

잡음레벨 : 40 dBuV/m▶

잡음레벨 : 30 dBuV/m▶

그림 25. 시스템 지역 내(3 m) 측정 노이즈 레벨



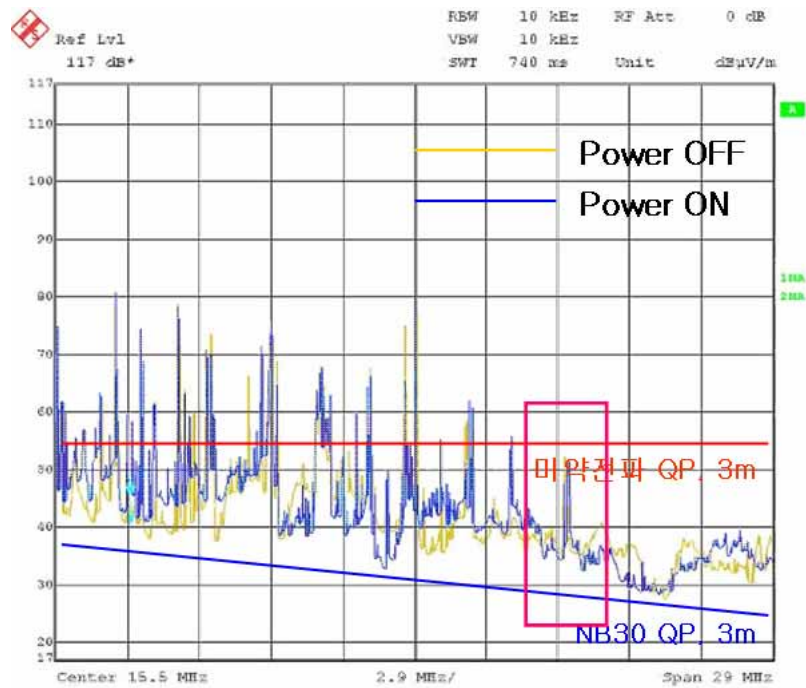
신호레벨 : 57 dBuV/m▶

마약전파

잡음레벨 : 39 dBuV/m▶

잡음레벨 : 29 dBuV/m▶

그림 26. 시스템 지역내(5 m) 측정 노이즈 레벨



신호레벨 : 52 dBμV/m▶

마약전

잡음레벨 : 35 dBμV/m▶

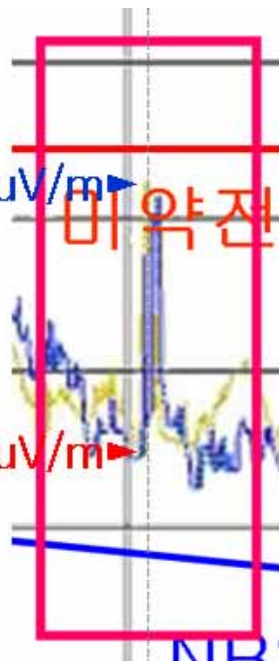


그림 27. 시스템 지역 내(10m) 측정 노이즈 레벨

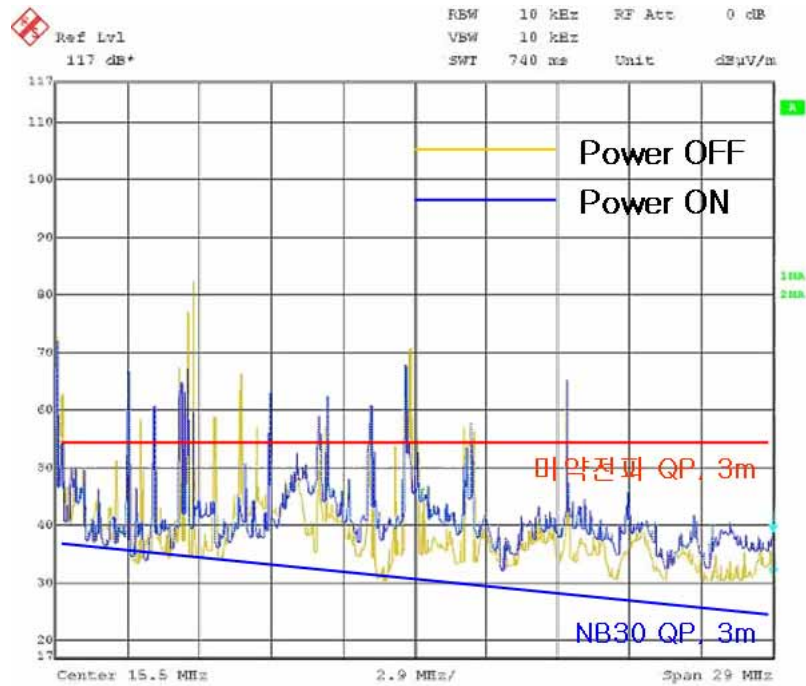


그림 28. 시스템 외각 지역(30 m) 측정 노이즈 레벨

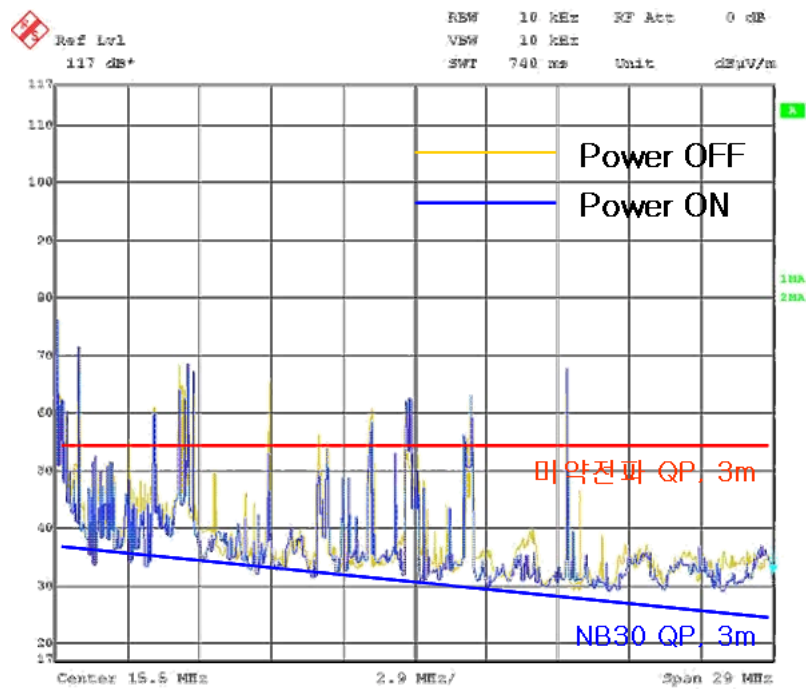


그림 29. 시스템 외각 지역(50 m) 측정 노이즈 레벨

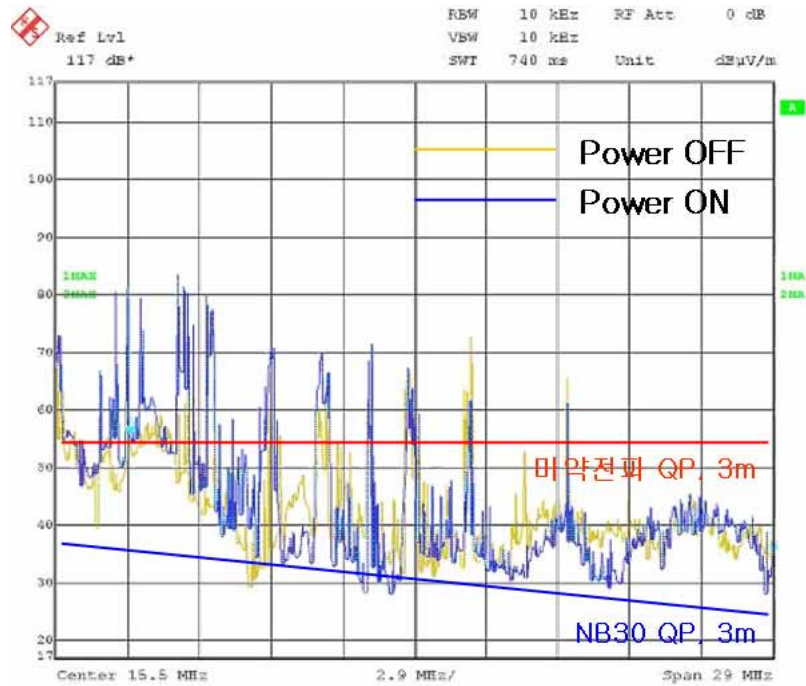


그림 30. 시스템 외각 지역(100 m) 측정 노이즈 레벨

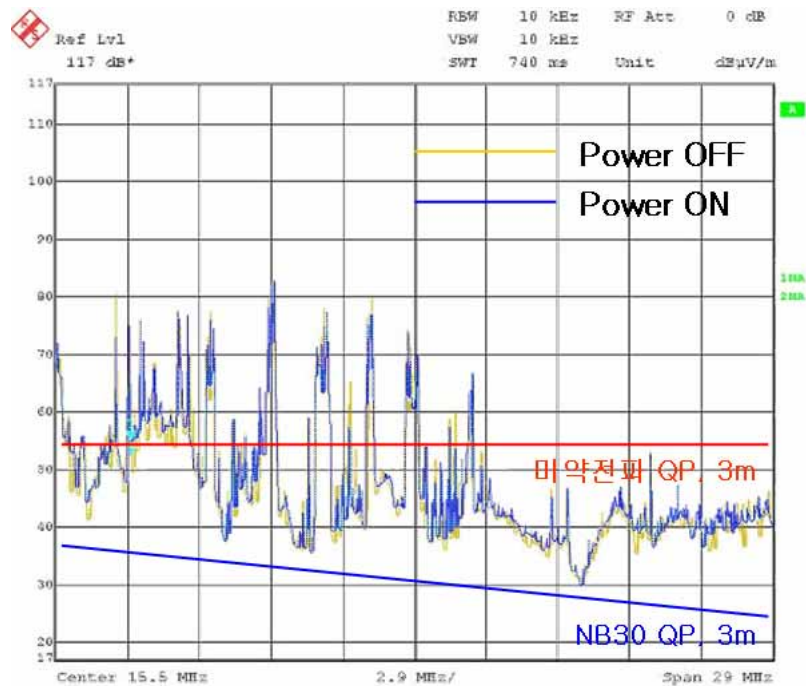


그림 31. 시스템 외각 지역(200 m) 측정 노이즈 레벨

그림 26, 27, 28, 29, 30, 31은 각각 5 m, 10 m, 30 m, 50 m, 100 m의 거리별

측정 노이즈 스펙트럼으로써, 10 m 이상의 측정거리에서 전력선 통신의 운용여부와 관계없이 노이즈 영향이 없었다.

대전지역 조사결과 마스터 모뎀사이로부터 약 5 m 측정거리까지 노이즈 분포 레벨이 약 40 ~ 50 dBuV/m 정도의 세기를 보였으며, 전원 ON/OFF 시 노이즈 레벨은 10 dB ~ 20 dB 정도의 변화 폭을 가지고 있었다. 측정거리 10 m 이상에서는 전력선 통신에 의한 스펙트럼 레벨 변화는 보이지 않았다. 무선 통신 영향 평가에서 군용 통신은 송신기의 출력 레벨에 따라 수신 감도의 차이는 나타났지만, 통신시 전력선 통신에 의한 영향은 없었으나, 단파방송은 전력선 통신이 구축된 지역(마스터 모뎀 사이, 전력선 아래)에서 수신 장애가 있었으며, 10 m 이상의 거리에서는 영향이 없었다.

각각의 측정지점에서 전력선 통신사용으로 인한 주파수 21 MHz 대역의 단파방송 수신 장애 정보를 표 10과 같이 신호대잡음비(SNR)⁶⁾ 비교 결과로 평가 하였다. HF 대역에서 ITU-R의 방송수신을 위한 SNR 권고에 따르면 최소 34 dB 수준을 요구하고 있으나, 평가결과 15 dB 이상의 경우 수신 감도에 영향이 없는 것으로 확인되었다.

표 10. 거리에 따른 단파방송의 SNR 비교

거 리	신호 레벨	노이즈 레벨		SNR	
		OFF	ON	OFF	ON
마스터모뎀사이[13 m]	62 dBuV/m	35 dBuV/m	50 dBuV/m	27 dB	12 dB
전력선 아래	60 dBuV/m	32 dBuV/m	50 dBuV/m	28 dB	10 dB
3 m	61 dBuV/m	30 dBuV/m	40 dBuV/m	31 dB	21 dB
5 m	57 dBuV/m	29 dBuV/m	39 dBuV/m	28 dB	18 dB
10 m	52 dBuV/m	35 dBuV/m	35 dBuV/m	17 dB	17 dB

6) Signal to Noise Ratio

3.2 시험방법 제고

1) 측정개요

전력선 통신 시스템에서 발생하는 불요 전자파 세기 측정에 있어 재현성과 정확성을 확보하기 위해 지면 접지판이 설치된 표준 야외 시험장이 요구된다. 또한 전력선 통신 방사 전계강도를 측정하기 위해 정규화된 전력선 통신 셋업 방식이 요구되는데 이는 셋업 방식에 따라 방사 레벨의 변화가 있으며, 시험소간의 측정오차를 줄이기 위해 반드시 요구된다. 따라서 정규화된 셋업 방식은 국내 실제 전력선 환경 조건에서 Worst Case를 고려하여 관련 국외 규격을 참조하여 기술기준 제정시 반영하고자 하였다.

시험에 사용되는 수신기 및 전력선 통신 셋업에 사용된 모델 및 전력선의 조건은 표 11과 같으며, 측정에 사용한 시험장 셋업 모델은 그림 30과 같이 구성하였다. 옥외 저전압 전력선의 높이와 시험장 사이즈 등을 고려하여 모델링 하였으며, 유럽에서 표준화 작업이 진행중인 CENELEC & ETSI Joint Working Group 셋업 조건을 참조하였다.

본 실험에서는 전력 스펙트럼 밀도(PSD : Power Spectral Density) -50 dBm/Hz 인 전력선 통신 모델을 사용하여 전력선의 높이 변화와 측정거리의 변화에 따라 발생하는 방사 스펙트럼을 조사하였으며, 출력 레벨변화에 따른 방사 노이즈 레벨을 확인하기 위해 신호 발생기 출력 레벨을 0 dBm에서 -60 dBm으로 변화시켜가며 방사 세기의 변화를 조사하였다.

참고사항으로 전력 스펙트럼 밀도 -50 dBm/Hz는 신호 발생기에서 출력레벨 -10 dBm과 동일하며 다음과 같은 수식을 이용하여 구할 수 있다.

The Power Spectrum Density (PSD) is calculated by adding the RBW Conversion Factor (CF) from the Measured Reading (MR). The basic equation with a sample calculation is as follows:

$$\text{PSD(dBm/Hz)} = \text{MR(dBm)} + \text{CF(dB)}$$

$$\text{RBW} = 9 \text{ kHz 일 때, } \text{CF} = 10\log(1/\text{RBW}) = 10\log(1/9000\text{Hz}) = -39.5 \text{ dB}$$

$$\text{RBW} = 10 \text{ kHz 일 때, } \text{CF} = 10\log(1/\text{RBW}) = 10\log(1/10000\text{Hz}) = -40.0 \text{ dB}$$

표 11. 시험장 측정의 측정 장비 설정 조건

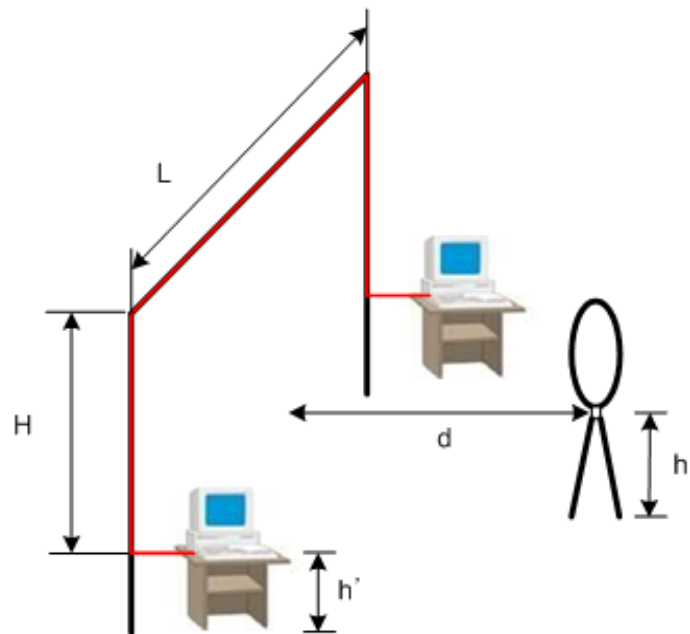
수신단 수신기 : R&S ESI	대역폭	10 kHz
	RF ATT.	0 dB
	Unit	dBuV/m
	안테나	루프 안테나
송신단 신호발생기 : R&S	전력선 통신 모뎀	XRD21
	PC	노트북 컴퓨터
	전력선	차폐되지 않은 구리선
기타		전력선의 지지를 위해 PVC(비유전율 2) 재질 사용

2) 시험방법 및 내용

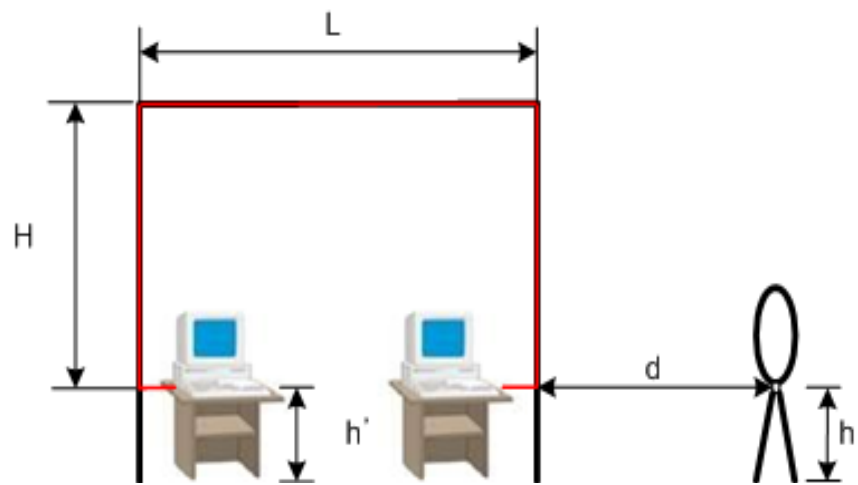
시험장 내에서 측정 내용은 다음과 같다.

- ① 수신 안테나의 측정위치에 따른 수신 레벨 평가
: 전력선 구조의 정면, 측정
- ② 전력선의 길이(수평) L에 대한 수신 레벨 평가
: 1 m, 3 m, 5 m
- ③ 검파기별 수신 레벨 평가
: 첨두치, 준첨두치, 평균치 검파기
- ④ 대역폭별 수신 레벨 평가
: 9 kHz, 10 kHz
- ⑤ 전력선과 수신 안테나사이의 측정거리 d
: 3 m, 10 m
- ⑥ 수신 안테나 편파에 대한 평가
: 수직 및 수평 편파
- ⑦ 테이블 설치, 삼각형 루프와 사각형 루프형 설치 모델의 비교 평가

3) 측정결과 및 분석



(a) 정면 측정



(b) 측면 측정

그림 32. 시험장 측정 구성도

여기서, d : 전력선과 수신 안테나 사이의 거리[m]

h : 수신 안테나 높이[m]

h' : 모델 또는 PC 설치 높이

H : 전력선의 높이[m]

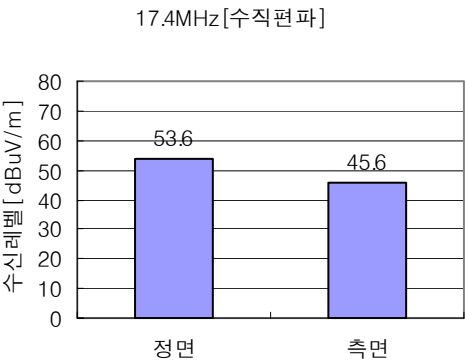
L : 전력선의 수평 길이[m]

표 12와 그림 33은 그림 32의 측정 구성도에 보인 바와 같이 안테나의 측

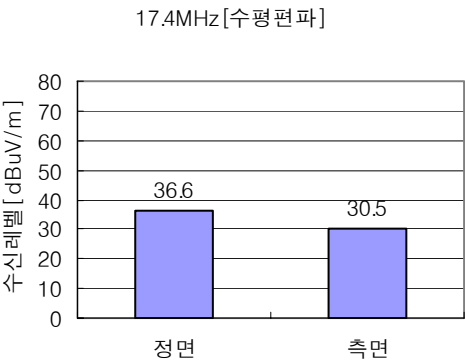
정 위치 및 편파에 따른 수신 레벨로써, 시스템 구조에서 측면보다는 정면이 방사 노이즈 레벨이 높았으며, 안테나의 수평편파 보다는 수직 편파일 때 노이즈 레벨이 10 dB 이상 높게 수신 되었다.

표 12. 측정위치 및 안테나 편파에 따른 수신 레벨[측정거리 : 10 m]

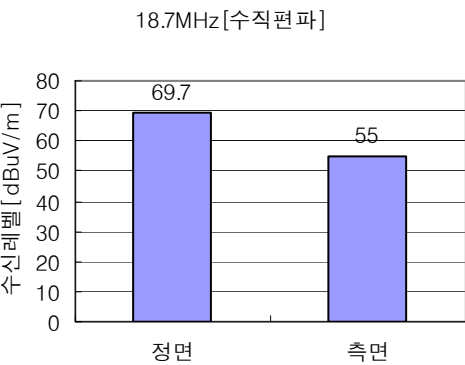
주파수	수직편파		수평편파	
	정면	측면	정면	측면
17.4 MHz	53.6 dBuV/m	45.6 dBuV/m	36.6 dBuV/m	30.5 dBuV/m
18.7 MHz	69.7 dBuV/m	55.0 dBuV/m	48.9 dBuV/m	35.6 dBuV/m
22.2 MHz	40.1 dBuV/m	34.3 dBuV/m	29.4 dBuV/m	28.8 dBuV/m



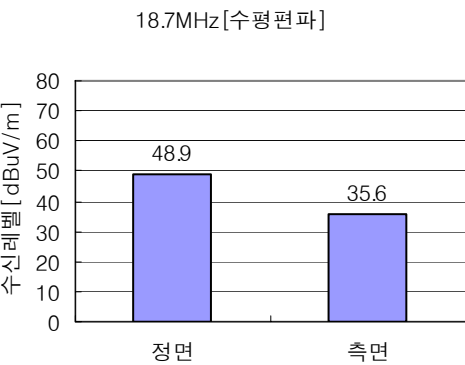
(a) 17.4 MHz 수직편파



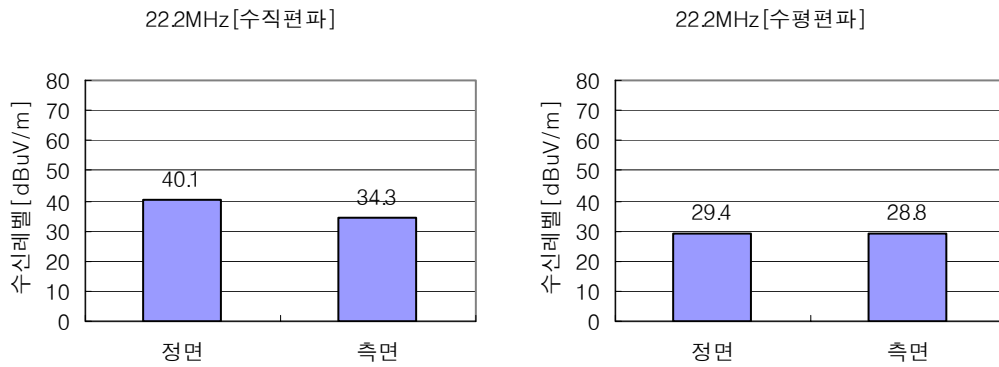
(b) 17.4 MHz 수평편파



(c) 18.7 MHz 수직편파



(d) 18.7 MHz 수평편파



(e) 22.2 MHz 수직편파

(f) 22.2 MHz 수평편파

그림 33. 측정위치 및 안테나 편파에 따른 수신 레벨[측정거리 : 10 m]

표 13. 전력선의 수평 길이별 수신 레벨[측정거리 : 10 m, 안테나 편파 : 수직]

주파수	길이별 수신레벨			
	0 m	1 m	3 m	5 m
11.2 MHz	30.61 dBuV/m	31.8 dBuV/m	42.0 dBuV/m	41.3 dBuV/m
19.5 MHz	36.3 dBuV/m	52.4 dBuV/m	52.8 dBuV/m	55.0 dBuV/m
20.3 MHz	35.9 dBuV/m	47.9 dBuV/m	53.7 dBuV/m	54.6 dBuV/m

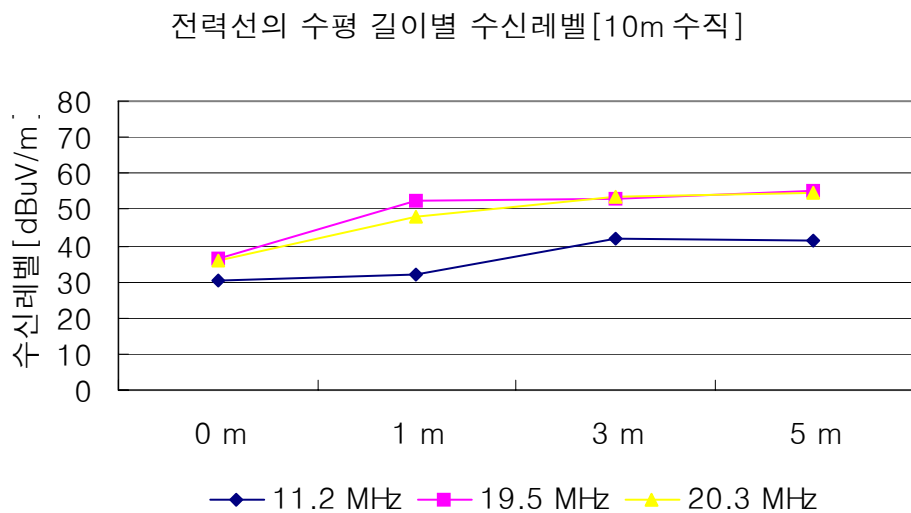


그림 34. 전력선의 수평 길이에 대한 수신레벨 비교[10 m 수직]

표 14. 전력선의 수평 길이별 수신 레벨[측정거리 : 10 m, 안테나 편파 : 수평]

주파수	길이별 수신레벨			
	0 m	1 m	3 m	5 m
9.9 MHz	33.6 dBuV/m	35.4 dBuV/m	47.3 dBuV/m	49.3 dBuV/m
19.5 MHz	28.8 dBuV/m	44.0 dBuV/m	45.4 dBuV/m	46.0 dBuV/m
20.3 MHz	36.0 dBuV/m	43.8 dBuV/m	45.1 dBuV/m	46.3 dBuV/m

전력선의 수평 길이별 수신레벨[10m 수평]

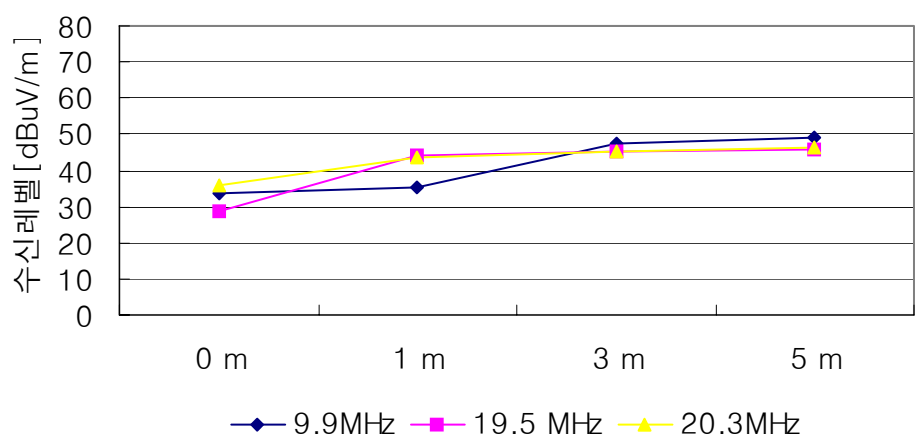


그림 35. 전력선의 수평 길이에 대한 수신레벨 비교[10 m 수평]

표 13, 14와 그림 32, 33은 노이즈 스펙트럼은 전력선의 수평 길이에 대한 노이즈 레벨 측정결과이다. 그림 34와 35의 분석 결과 전력선의 수평 길이가 3 m 이상일 때 노이즈 레벨 변화가 2 dB 이내로 미세하였으며, 시험장에서 전력선 통신 시스템 모델링시 전력선 수평 길이를 최소 3 m 이상으로 구성해야 할 것으로 사료된다.

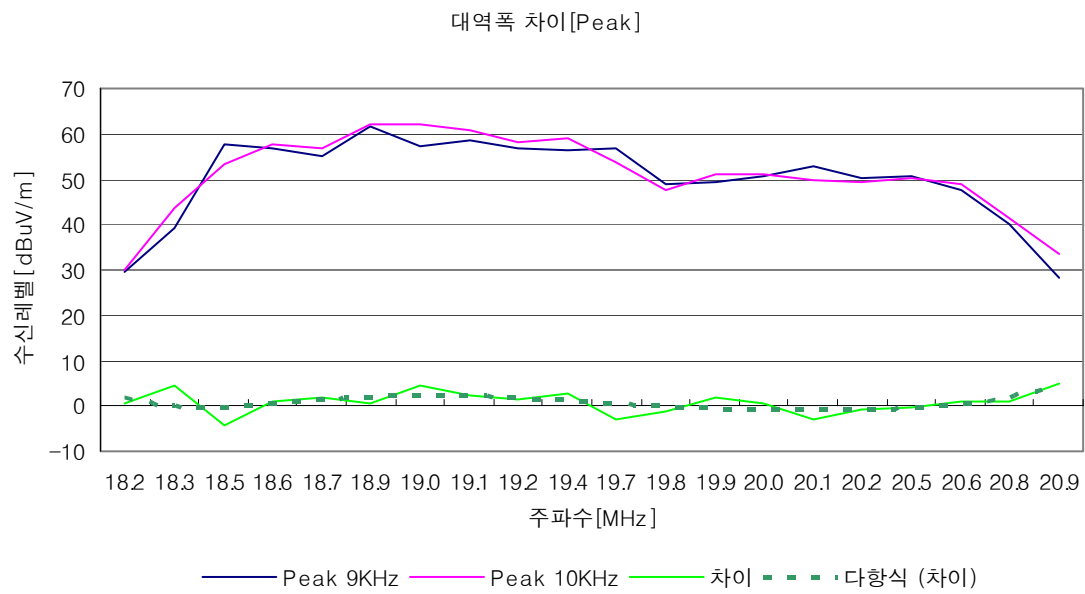


그림 36. 대역폭 차이에 대한 수신 레벨 비교[첨두치 검파기]

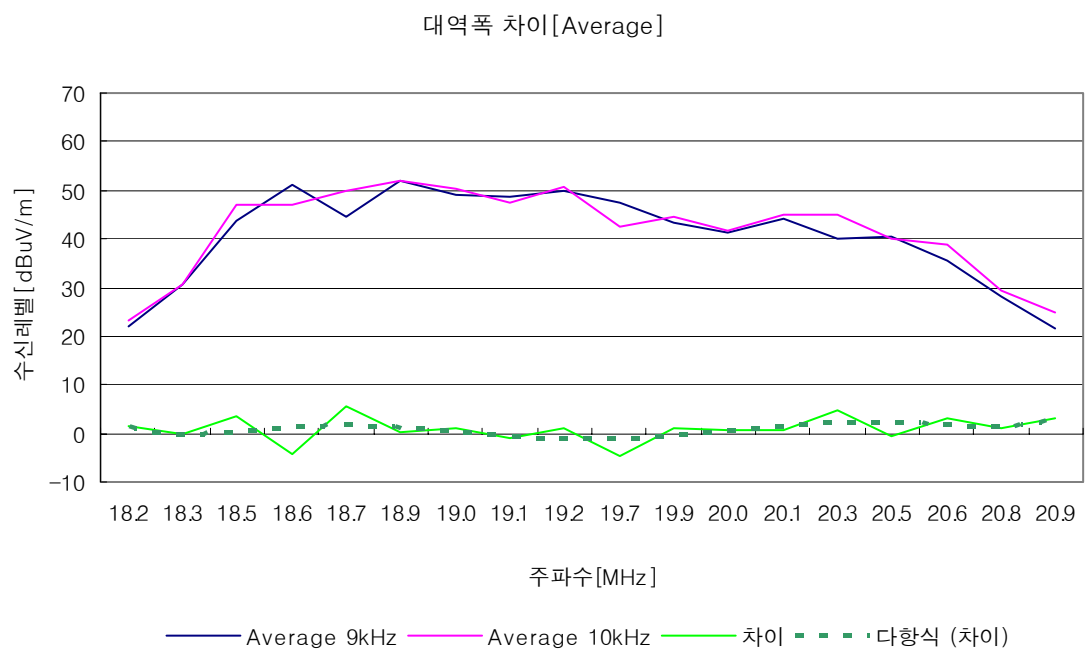
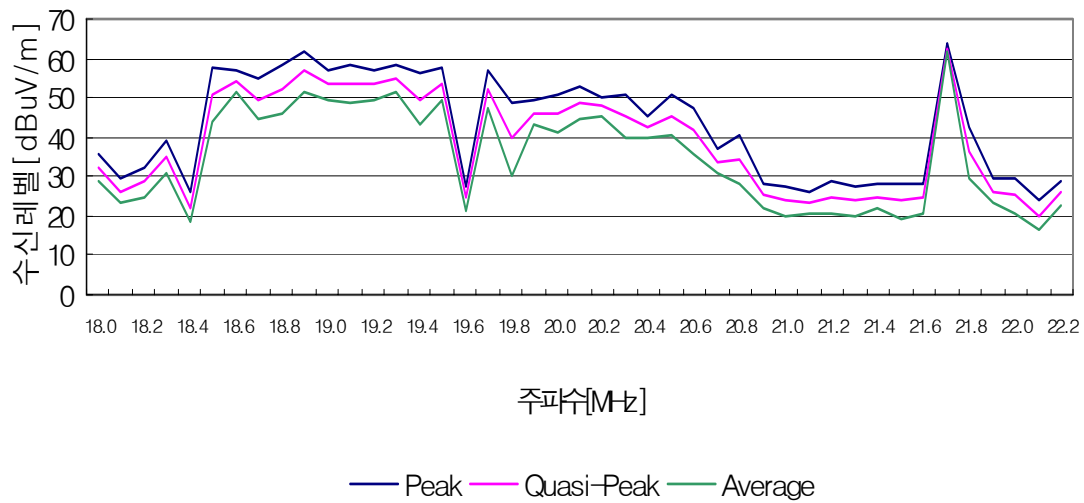


그림 37. 대역폭 차이에 대한 수신 레벨 비교[평균치 검파기]

검파기별 수신레벨 비교



검파기별 레벨 차이

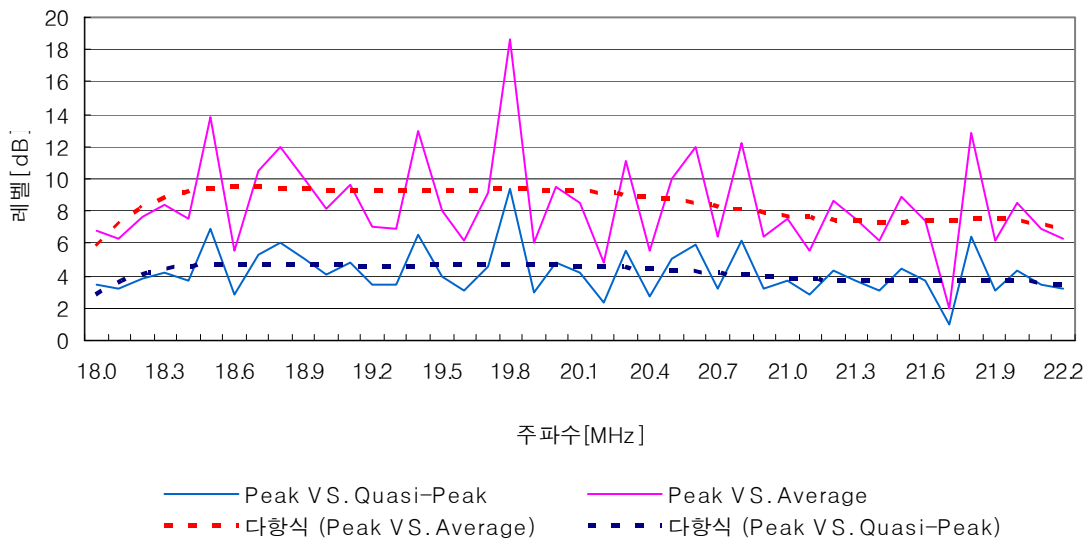


그림 38. 검파기별 수신레벨 비교

그림 36, 37, 38은 실험의 간략화를 위해 사용한 대역폭, 검파기를 규정된 대역폭과 검파기의 비교 결과이다.

첨두치 검파기와 준첨두치 검파기 비교시 19.8 MHz에서 약 1 dB의 오차가 발생하였으며, 평균 8 ~ 9 dB 정도의 차이를 보였다. 첨두치 검파기와 평균치 검파기의 측정 스펙트럼 비교시 18.5 MHz에서 최고 13.8 dB의 차이를 보였으며, 평균 4 ~ 5 dB의 오차를 확인할 수 있었다.

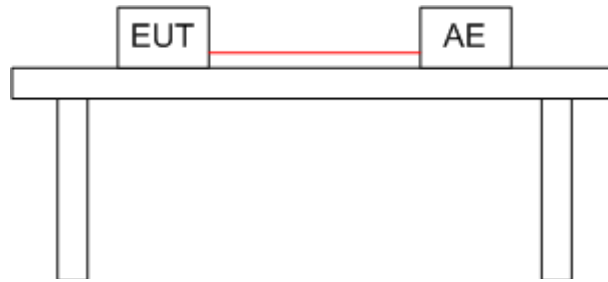
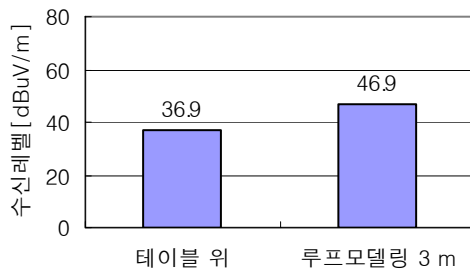


그림 39. 테이블 위 설치 모델

표 15. 테이블 위 설치와 루프형 설치의 수신 레벨 비교

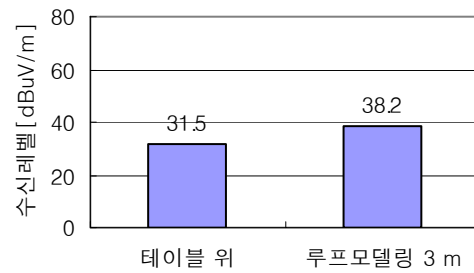
주파수	10 m 수직		10 m 수평	
	테이블 위 설치	전력선길이 3 m	테이블 위 설치	전력선길이 3 m
16.7	36.9 dBuV/m	46.9 dBuV/m	31.5 dBuV/m	38.2 dBuV/m
19.4	38.0 dBuV/m	53.9 dBuV/m	28.8 dBuV/m	46.1 dBuV/m
20.3	40.5 dBuV/m	53.9 dBuV/m	36.3 dBuV/m	47.43 dBuV/m

테이블 위 설치 VS. 루프 모델링 설치
[16.7MHz, 10m 수직]



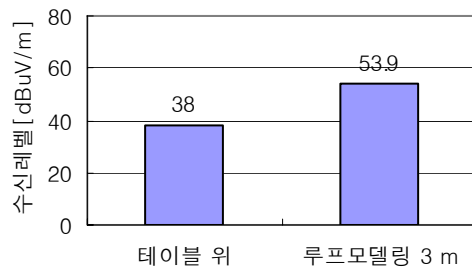
(a) 16.7 MHz 수직편파

테이블 위 설치 VS. 루프 모델링 설치
[16.7MHz, 10m 수평]



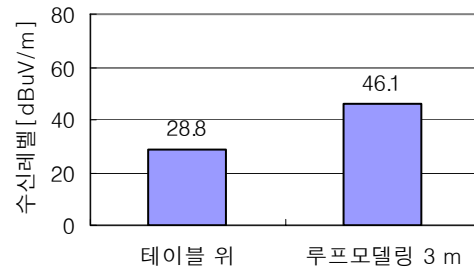
(b) 16.7 MHz 수평편파

테이블 위 설치 V.S. 루프 모델링 설치
[19.4MHz, 10m 수직]



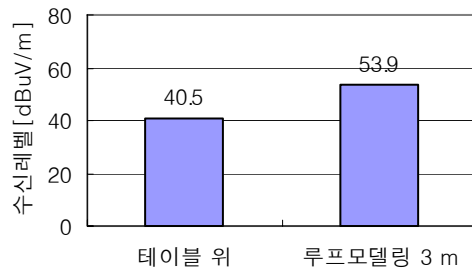
(c) 19.4 MHz 수직편파

테이블 위 설치 V.S. 루프 모델링 설치
[19.4MHz, 10m 수평]



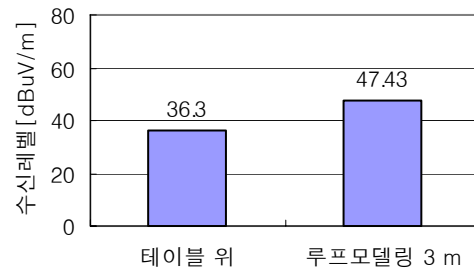
(d) 19.4 MHz 수평편파

테이블 위 설치 V.S. 루프 모델링 설치
[20.3MHz, 10m 수직]



(e) 20.3 MHz 수직편파

테이블 위 설치 V.S. 루프 모델링 설치
[20.3MHz, 10m 수평]



(f) 20.3 MHz 수평편파

그림 40. 테이블 위 설치와 루프형 설치의 비교

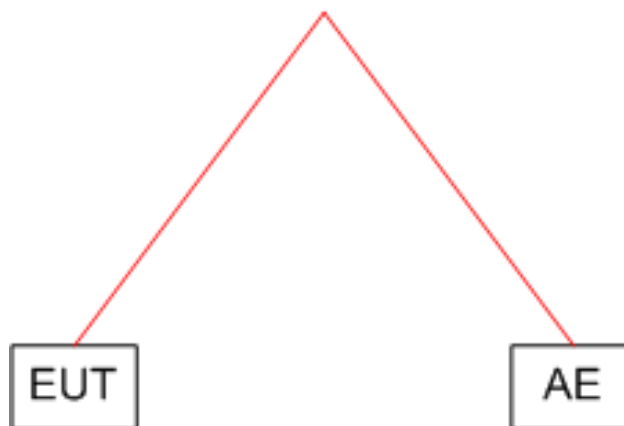
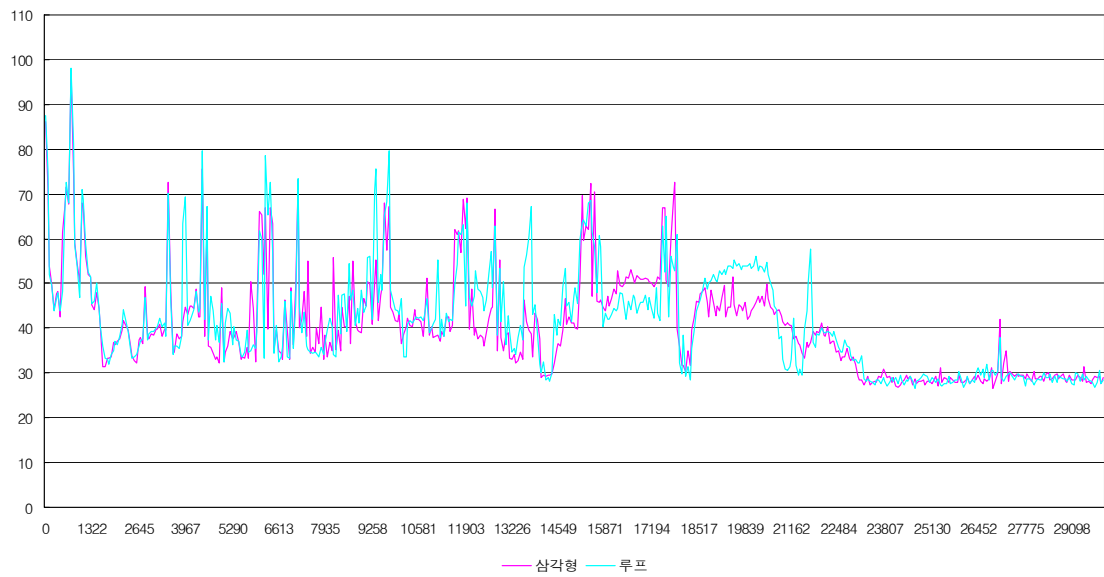
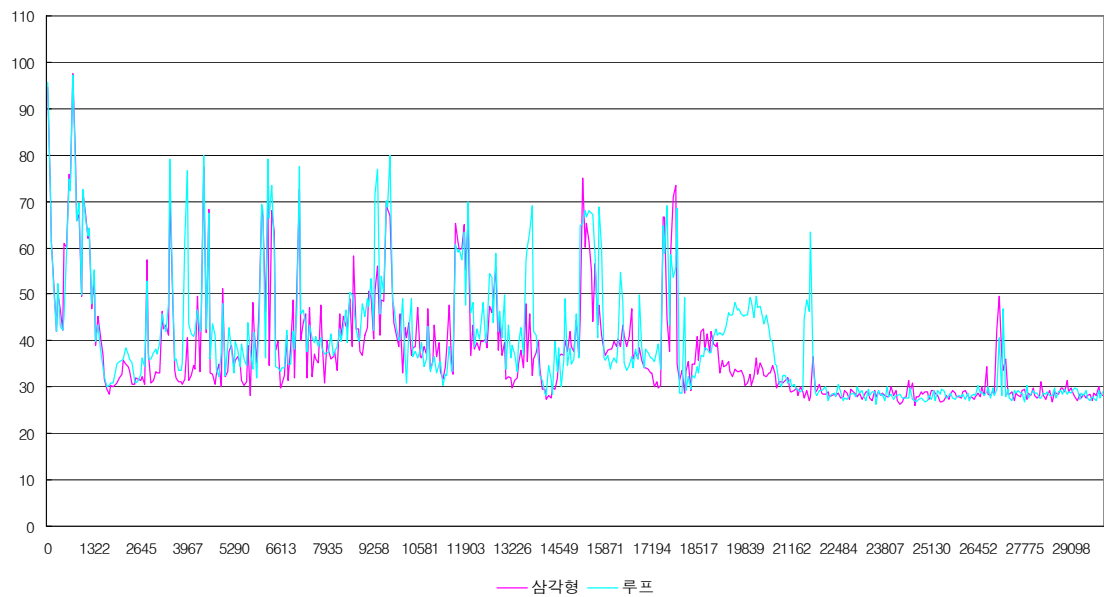


그림 41. 삼각형 루프 모델링



(a) 측정거리 10 m, 수직편파



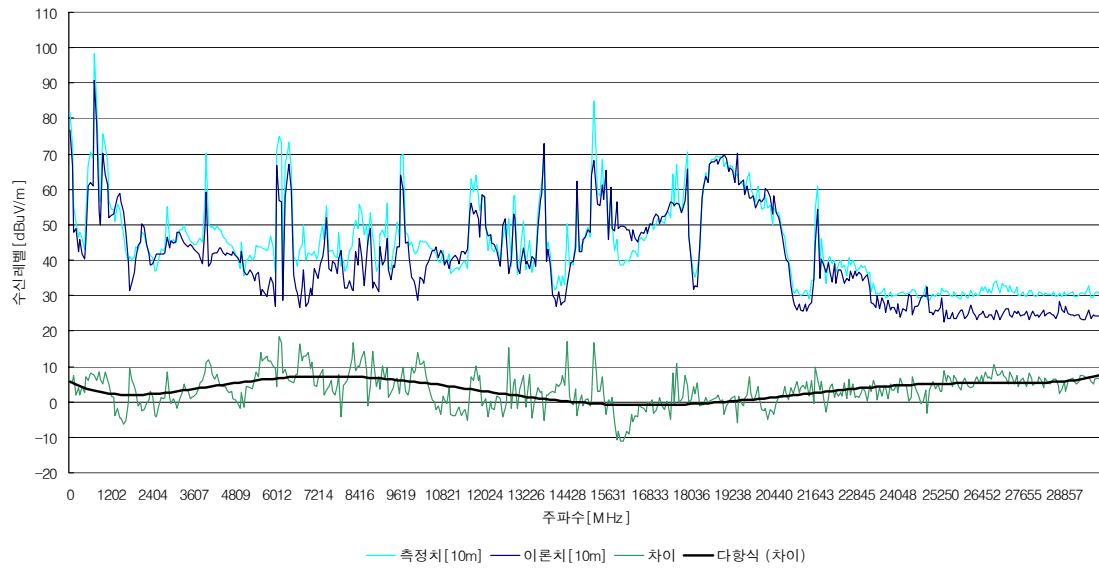
(b) 측정거리 10 m, 수평편파

그림 42. 삼각형 루프와 사각형 루프 모델링 비교

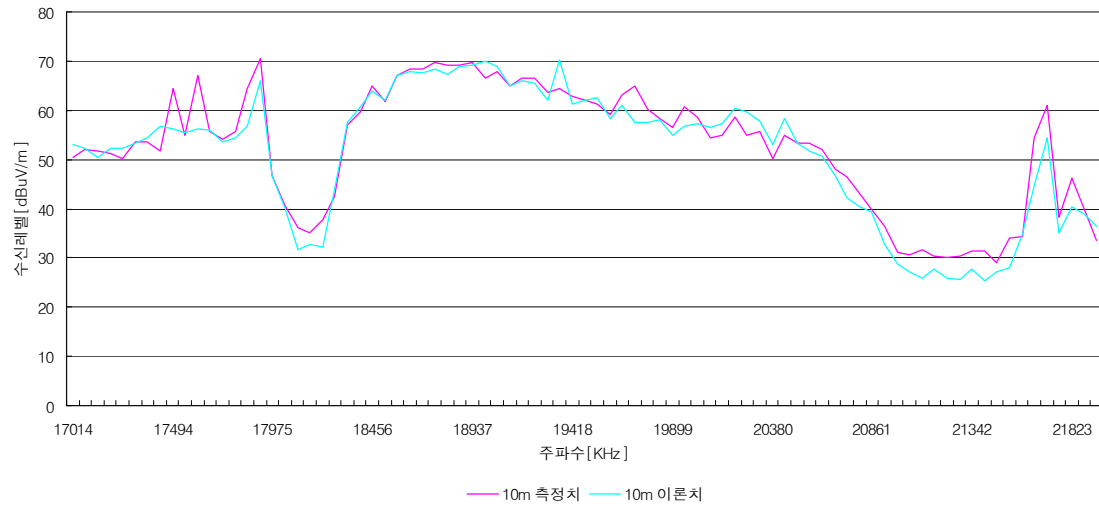
그림 39과 41는 본 실험에서 사용된 사각형 루프 모델링 구조와 비교하여 worst case를 구하기 위하여 다른 형태의 모델링을 구성하였다.

테이블 위 설치시 방사 노이즈 레벨이 가장 낮게 측정되었으며, 사각형 루프 형태가 가장 높게 측정되었다.

거리환산



거리환산



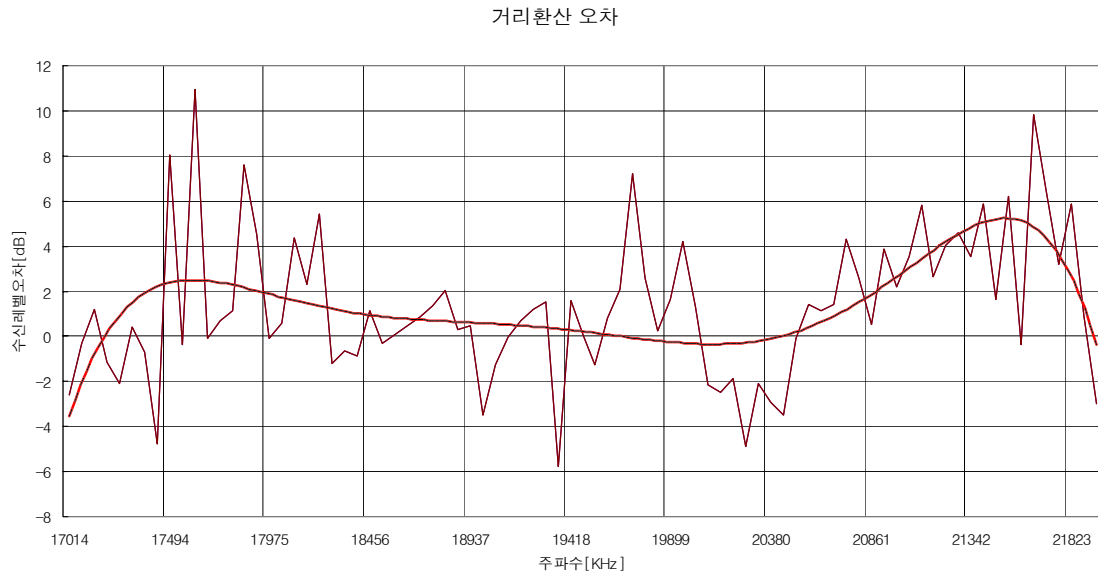


그림 43. 거리환산 공식에 따른 이론치와의 비교

그림 43은 시험장에서 10 m 측정이 불가능할 경우 일반적으로 사용되는 거리환산에 의해 노이즈 레벨에 대한 이론치와 측정치를 비교하였다. 거리환산 오차에서 볼 때, 2 dB 이내로 전력선 통신 불요파 측정에서도 다음의 환산 공식을 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

$$E_{std} = E_{mea} + n \cdot 20 \log \frac{d_{mea}}{d_{std}}$$

여기서, Estd : 표준 측정거리에서의 전계세기[dBuV/m]

E_{mea} : 실제 측정거리에서의 전계세기[dBuV/m]

dstd : 표준 측정거리[m]

d_{mea} : 실제 측정거리[m]

n : 실제 측정거리와 표준 측정거리의 차이를 보정하기 위한 지수로써 다음과 같은 범위에 따라 값을 적용한다.

$$n = 1, \quad 30 \text{ m} \leq d_{std}$$

$$n = 0.8, \quad 10 \text{ m} \leq d_{mea} \leq 30 \text{ m}$$

$$n = 0.6, \quad 3 \text{ m} \leq d_{mea} \leq 10 \text{ m}$$

4) 검토의견

시험장 측정방법에서 Worst Case를 고려한다면 일반적인 EMI 시험에서 적용하는 테이블 설치보다는 실제 전력선 통신을 위해 설치되는 루프 형태의 구조가 적합하다고 생각되고, 루프 형태의 구조 모델링은 CENELEC과 ETSI의 작업그룹의 구조와 실제 설치되는 구조를 참조하여, 높이 4 m, 가로 3 m 이상으로 설치되어야 한다. 3 m 와 5 m 이상의 길이에서 수신레벨 측정 비교결과 약 2 dB 내외의 오차를 보였으며, 시험장 측정 간략화를 위해 3 m 구조가 적절하다고 사료된다.

측정 위치별 수신레벨은 측면보다는 정면에서 발생하는 노이즈 레벨이 높았으며, 측정시 안테나의 수직 및 수평 편파를 모두 고려하여 측정되어야 한다. 9 kHz와 10 kHz 대역폭 차이는 거의 없었으며, 검파기별 차이는 첨두치와 준첨두치 검파기 비교시 8 ~ 9 dB, 첨두치와 평균치 검파기는 평균 5 dB 정도의 차이가 발생하였다.

3.3 무선 통신 영향평가

□ 방송 서비스에 대한 영향 측정 [자료출처 : MIC PLC 정책반 자료 (2002.3)]

아마추어 통신 등의 주파수 대역을 보호하기 위하여 전송 전력 스펙트럼 밀도를 30 dB 작게 하는 경우 표 16에서 정리한 바와 같이 33 ~ 43 dBuV/m로 측정되었으며 수신에 영향이 없었다.

표 16. 방송 서비스에 대한 영향 측정

전력스펙트럼밀도를 작게 발사하는 주파수 대역	전계강도(dBuV/m)
3.525 MHz	43.1
7.05MHz	33.4
10.125MHz	34
14.1MHz	36.4

※ 계측기에 내장된 수신기의 저주파 음성 수신(S/N 20 dB) 최소 전계강도 임계레벨은 약 65 dBuV/m로 측정된 값보다 20 dB 이상 차이 존재

- 전력선 통신 누적 효과 평가[자료출처 : MIC PLC 정책반 자료(2003.10)]
 전력선 통신 회선을 blocking 필터(약 30 dB 감쇄)를 사용하여 분리하고, 회선을 증가 시키면서 3 m에서 전계강도 변화를 측정하였으며, 그림 44에서 나타난바와 같이 누적효과에 따른 전계강도 레벨 변화가 없음을 확인할 수 있었다.

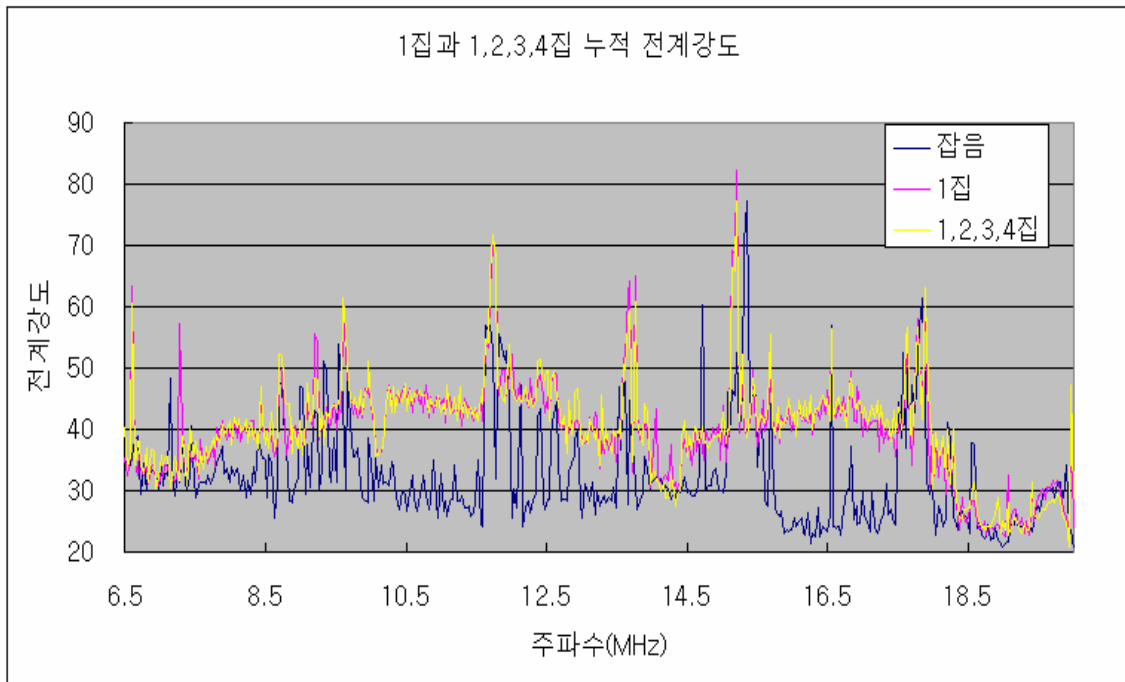


그림 44. 누적효과에 의한 전계강도 측정

- 전력선 통신과 케이블 모뎀과의 영향 평가[자료출처 : MIC PLC 정책반 자료(2002.5)]
 전력선과 동축 케이블을 상호 접촉되도록 나란히 포설하고 전력선 통신 전후의 케이블 모뎀 전력 레벨 및 SNR을 측정하였으며, 측정 및 분석결과, 전력선 통신의 운용여부와 관계없이 케이블 모뎀의 동작에 영향을 주지 않았다[표 17 참조].

표 17. 전력선 통신과 케이블 모뎀과의 영향 평가

주파수	측정 항목	A사 PLC 모뎀				B사 PLC 모뎀			
		전력선통신안함		전력선통신 상태		전력선통신안함		전력선통신 상태	
		200kHz	3,200kHz	200kHz	3,200kHz	200kHz	3,200kHz	200kHz	3,200kHz
12MHz	출력레벨(dBV)	-66.8	-53.5	-67.4	-53.3	-61.2	-47.2	-61.4	-47.2
	S/N	36.4	25.2	36.7	25.2	44	25.1	44	25.17
16MHz	출력레벨	-58	-53	-58	-53	-55.7	-48.2	-55.7	-48.2
	S/N	42	27.7	42	27.5	46	27.5	45.2	27.5

- 전력선 통신과 RFID 기기와의 간섭 평가[자료출처 : MIC PLC 정책반 자료(2003.6)]
- RFID와의 영향여부를 평가하기 위해 전력선 통신망이 설치된 실내공간에 RFID 설비를 위치시키고, 전력선 통신의 ON/OFF시 RFID 기기의 동작상태와 RFID 기기의 카드 인식 거리를 측정하였다.
- 측정결과, 전력선 통신의 노이즈 레벨보다 RFID 기기의 높은 신호 레벨로 인하여 전력선 통신 운용에 관계없이 RFID 기기는 정상동작 하였으며, RFID 기기가 카드를 인식하는 거리는 약 10 cm로 측정되었다.

4. 전력선 통신 EMI 기술기준

4.1 허용기준 설정

전력선 통신의 불요파 규제와 무선 통신 서비스 보호를 위해 적용할 수 있는 규격으로 ITU-T의 K.60, CISPR 22, 독일의 NB 30, 영국의 MPT 1570, 미국의 FCC Part 15, 우리나라의 미약전파기준 등을 고려할 수 있다.

이들 규격 중 ITU-T, NB 30, MPT 1570은 허용기준이 유사하며, 전력선 통신에 적용하기 위한 규격이라기보다는 ADSL, VDSL 등 고속 유선 통신에 적용한 규격으로써, 전력선 통신에 적용하기에는 무리가 있다.

이외에도 FCC Part 15 규격은 가장 완화되어 있으며, 국내에서 이 규격을 적용할 경우 다른 통신에 대해 보호할 수 있는지 문제시 되고 있다.

우리나라의 미약전파 허용기준은 이들 규격에 대해 절충 가능할 것으로 사료되며, 전력선 통신 산업 보호 측면과 기존의 무선 통신 보호를 위해 가장 적합하다고 본다. 현재 미약 전파기준은 3 m 측정기준으로 500 uV/m, 즉, 54 dBuV/m로 설정되어 있으며, 이를 10 m 기준으로 환산하면 47.7

dBuV/m 허용기준을 적용할 수 있다.

4.2 시험방법 제고

전력선 통신의 운용으로 발생하는 불요파 측정방법은 실제 설치 상황을 고려하였으며, 국제적 표준화된 방법을 고려해야 할 것이다.

현재 ITU-T, CENELEC & ETSI, 독일, 영국, 미국 등 대부분의 국가에서 방사성 노이즈 측정을 실시하고 있다.

본 연구결과, 가장 Worst Case를 야외시험장에서 다양한 모델을 구성하여 추출하였으며, 실제 전력선 통신 시스템이 설치되는 구조를 고려하여 구성하였다. 또한 측정방법은 정보기기 불요파 측정방법을 따르도록 하였으며, 30 MHz 이하 대역에 대해 지정되어 있지 않은 부분을 추가로 설정하였다.

측정 구성은 그림 32와 같이 사각형 루프형태로 구성하되, 측정시 최대 불요 전자파를 검출하기 위하여 루프 안테나를 수직·수평에 대해 측정하고, 구성된 시스템의 정면 및 측에서 모두 측정을 수행하도록 설정하였다.

5. 결론

전력선 통신관련 전파법의 개정으로 시행령 개정과 기술기준의 개발이 금년 내 완료될 예정이다. 국내 전력선 통신 산업은 홈 네트워크의 응용에 강점과 IT 수출 강국의 산업 활성화 차원에서 경쟁력 확보에 국가 차원의 지원이 필요한 사업이다.

이용 주파수 대역에서 불필요한 방사 노이즈로 야기되는 단파대역의 전자파 장애 문제는 보호 주파수에 대해 운용 금지대역설정으로 해결하고, 전력선 통신 모델 개발 등에 전자파 적합성 기술을 더욱 보강하여 전자파 장애 발생을 최소화 하는 지혜가 필요하다.

전력선 통신의 전자파 적합성 확보를 위해 요구되는 기술기준은 국제적으로 논의되고 있고, 가장 범용적으로 적용되는 CISPR의 표준에 따르는 것이 바람직하다고 판단된다. 하지만 현재 CISPR 규격이 완결되지 않은 상태를 감안하여 현실적으로 적용 가능한 미약전파 기준을 고려해 볼 수 있으며, 방사 측정을 위한 시험장 조건, 시험을 위한 셋업 방식의 설정 등이 보완되어 정확하고 재현성 있는 시험 결과를 얻을 수 있도록 해야 할 것이다.

제 3 절 LCD 대형 멀티비전 전자파장해 측정방법 연구

1. 개 요

조합형 정보기기는 디스플레이 기술이 발달하여 모니터 용으로 LCD⁷⁾ 제품이 많이 사용되고 있으며 홍보 및 디스플레이 효과를 높이기 위해 LCD 제품의 조합방식인 멀티비전 사용이 증가하고 있다. LCD 제품에서 발생하는 불요전자파에 대한 EMI 규제는 CISPR 22 규격에 따라 시험장 시험이 가능하다. 그러나 LCD 멀티비전의 경우 사용자 요구에 의해 LCD 모듈조합 방식으로 제작되어 전체 사이즈가 상당히 커 전자파장해 시험장내에서 시험이 가능하지 않다. 이러한 경우 EMI 시험을 위해 CISPR 11 및 CISPR 16-2 규격에서 설치장소(In-situ)시험방식이 권고되고 있으나 LCD 대형 멀티비전의 경우 설치상태의 조건과 주위 높은 전자파 환경의 특성으로 설치장소 현장에서 In-situ 방식의 측정이 용이하지 않다.

현재 이러한 대형 멀티비전 제품에 대한 전자파적합 인증시험을 위하여 지정시험기관에서는 현장시험 방식을 적용한 경우가 없으며, 2 ~ 3개의 LCD 모듈 조합으로 시험평가를 수행하고 있으나 수십개 LCD 모듈 조합제품에 대한 측정의 대표값으로 인정되기에는 문제점이 많다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 최근 CISPR SC/H에서는 새로운 과제로 선정하여 연구를 추진 중이며 현재 CISPR/H/81/NP (New work item Proposals)로 진행되고 있다. CISPR SC/H의 접근방식은 In-situ 시험방식을 기본으로 하여 세부측정조건을 선정하는 방식으로 접근 중이며, 이는 국내의 설치환경을 고려하면 좋은 방식이 되지 못한다.

따라서 본 연구에서는 정규 시험장내에서 시험이 가능한 대체시험 방법을 찾기 위해 LCD 모듈의 다양한 전체 대형 멀티비전의 상태를 대표할 수 있는 최소 최적 구동모드 상태를 추출하는 연구를 수행하였다.

2. LCD 멀티비전 EMI 레벨 조사

2.1 단일 LCD 제품의 EMI 레벨 분포조사

LCD 제품의 구성은 전원 공급부(SMPS)⁸⁾, 구동 회로부, 후광 인버터부로

7) Liquid Crystal Display

8) Switching mode power supply

되며, PC와 RS 232 케이블로 연결되어 제어된다.(그림 45 참조)

후광 인버터부는 냉음극관과 구동 안정기로 구성되며 별도 측정한 결과 낮은 전계 레벨 분포를 보이고 있다. SMPS는 전자파 적합 대상기기로서 스위칭 방식을 사용하고 있으며 발생하는 전자파 레벨의 주요 주파수 대역은 100 MHz이하이다. 주요 전자파 발생원이라고 판단되는 구동 회로부에서는 발진기(Oscillator)가 주요 쏘스라고 고려할 수 있으며, 이용되는 주파수는 56 MHz로 확인되었다. 발진기에서 동작되는 주파수에 대해 대역통과 필터를 사용하지 않을 경우 넓은 주파수 대역에서 전자파가 분포될 수 있다.

LCD 제어를 위해 사용되는 퍼스널 컴퓨터와 LCD 모듈간에 연결되는 RS 232 통신 케이블과 LCD 모듈간 신호전달을 위한 케이블 배열들도 주요 노이즈 발생원으로 고려된다.



그림 45. 단품 측정과정 및 뒷면 회로 구성



그림 46. EMI 시험장 시험방법



그림 47. 턴테이블



그림 48. 야외시험장의 EMI 시험방법



그림 49. 시내에 설치된 일반 대형전광판



그림 50. 전자파장해 시험방법

o 측정 조건(그림 50 참조)

LCD 제품의 전자파 방사세기를 조사하기 위한 시험장으로는 CISPR 16 및 ANSI⁹⁾ C63.4 조건을 만족하는 3m 측정거리의 전자파무반사실을 사

용하였으며 측정 방법 및 조건은 정보기기 장해방지시험에 관한 국제규격인 CISPR 22를 적용하였다. 사용된 수신 안테나는 주파수 30 MHz ~ 300 MHz 까지 측정이 가능한 광대역 바이코니컬 안테나이며, 측정을 위해 EMI 수신기를 사용하였다. EMI 수신기의 측정조건으로는 120 kHz 분해능 대역폭과 평균치 검파모드로 설정하여 주파수 30 MHz ~ 300 MHz 범위에 대해 수직 및 수평의 선형 편파에 대해 조사하였다. 측정을 위한 피시험체(EUT)의 동작 상태는 삼성센스 710 랩탑 컴퓨터를 주 제어기로 사용하여 CISPR에서 권고하는 H 패턴의 신호를 LCD 모니터에 디스플레이 되도록 하였다.

o 단품 LCD 스펙트럼 조사

- 측정결과의 정확성과 측정 오차범위를 추출하기 위하여 동일한 LCD 제품 6대에 대해 방사 레벨을 조사하였다.
- LCD 제품 1대에 대해 측정된 전계강도 레벨 분포는 그림 51과 같다. 레벨이 높게 분포된 주요 주파수대는 동작 주파수 56 MHz와 고조파(Harmonic) 성분임을 확인할 수 있으며, 주파수 100 MHz 대역에서 광대역 분포를 갖는 스펙트럼은 SMPS 전원부에서 발생하는 노이즈 레벨로 확인된다. 동작 주파수 스펙트럼은 협대역 특성을 가지고 있으며, 허용기준에 비교했을 때 기준보다 높은 분포를 보이고 있다.

측정의 정확성과 측정 결과의 오차를 추출하기 위해 동일 모델 LCD 제품 6대에 대해 같은 시험조건으로 스펙트럼 조사를 수행하였다. 조사 주파수의 선정은 LCD 제품에서 높은 레벨 분포를 보이는 동작 주파수와 고조파 주파수로 선정하였다. 6대의 제품에 대해 수평 선형편파의 측정 결과는 표 18과 같으며, 각 주파수대별 측정값들의 표준편차는 작게는 1.5 dB 많게는 5 dB, 전체 평균 표준편차는 3 dB 정도로 나타났다.

· 수평편파

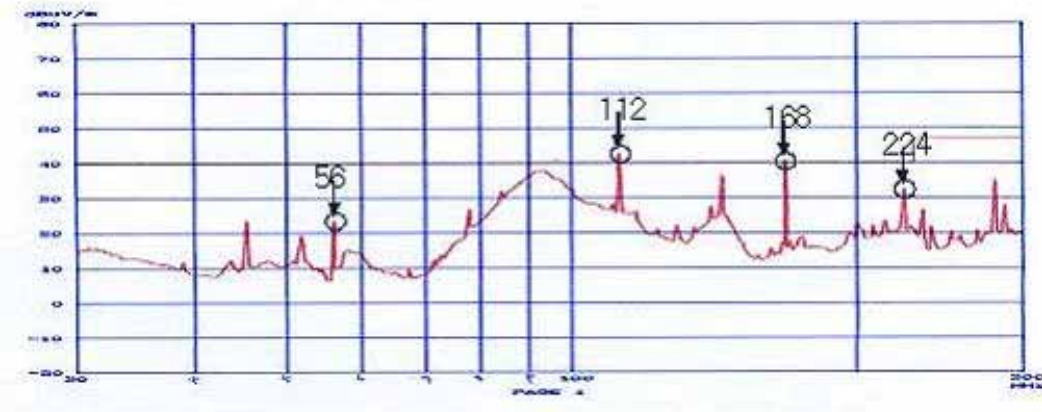


그림 51. 단품 1대의 수평편파 스펙트럼 분포(30 ~ 300 MHz)

표 18. 단품 6대에 대한 전계레벨 분석(수평편파)

주파수 (MHz)	평균값 (dBuV/m)	표준편차 (dB)	최대값 (dBuV/m)	최소값 (dBuV/m)
35	20.6	3.2	25	15
48	21.6	3.3	28	17
56	29.8	3.0	35	23
65	19.4	5.1	27	13
80	27.7	3.1	33	21
100	23.8	2.2	28	21
112	31.5	3.3	38	27
150	37.7	1.5	43	37
168	36.9	2.3	39	31
224	24.9	2.4	28	21

- 6대의 제품에 대해 수직 선형편파의 측정 결과는 표 19와 같으며, 각 주파수대별 측정값들의 표준편차는 작게는 2.7 dB 많게는 5.4 dB, 전체 평균 표준편차는 4 dB 정도로 나타났다.

· 수직편파

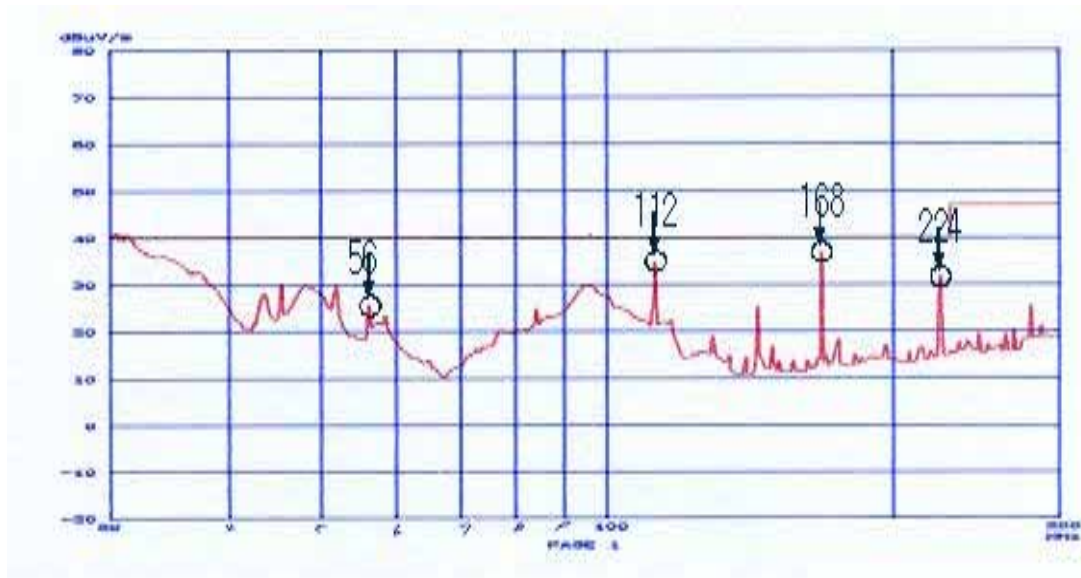


그림 52. 단품 1대의 수직편파 스펙트럼 분포(30 ~ 300 MHz)

표 19. 단품 6대에 대한 전계레벨 분석(수직편파)

주파수 (MHz)	평균값 (dBuV/m)	표준편차 (dB)	최대값 (dBuV/m)	최소값 (dBuV/m)
35	28.9	3.9	38	22
56	20.9	3.7	28	14
67	17.8	5.4	27	10
84	24.5	2.7	30	19
112	22.7	2.9	27	15
150	24.7	4.8	34	19
168	25.2	3.9	36	18
224	25.7	4.0	33	16

- o LCD 제품 스펙트럼 분포 결과를 살펴보면 동일한 모델의 제품의 경우에도 제품별 스펙트럼 분포가 동일하지 않음을 알 수 있다. 이는 제품별 전원부에 사용되는 R-L-C 수동소자의 고주파 특성 차이와 부품별 배치의 차이가 주요 원인으로 판단된다. LCD 동일 제품 6대에 대한 제품별 레벨의 표준편차는 1.5 ~ 5.4 dB 으로 수직 선형 편파 평균 표준편차는 4 dB 이고 수평 선형편파 평균표준편차는 3 dB 이다. 따라서 동일 모델의 LCD 제품의 경우에도 제품별 측정값의 오차는 3 ~ 4 dB 정도임을 확인하였다.

2.2 모듈 수량 증가에 대한 전계레벨 분포조사

대형 LCD 멀티비전을 시험장에서 측정할 수 있는 방안을 마련하고자 시험장 측정 현행규격(CISPR 16 및 ANSI C63.4 등 시험장 조건)을 적용하여 LCD 수량 증가에 대한 전계 세기 변화를 조사하였다.

측정을 위한 시험장으로는 안양 전파연구소에 있는 3 m 전자파무반사실(Semi anechoic chamber)을 사용하였고 조사 주파수 대역은 30 MHz ~ 1000 MHz이고 측정시스템은 EMI 수신기, 바이코니컬 안테나 및 대수주기 안테나를 사용하여 수직 및 수평 선형편파에 대해 측정을 하였다. 세부 측정 방법은 CISPR 22 규격을 적용하여 최대 전계세기를 찾기 위해 회전 테이블에 설치된 피시험기기를 360° 회전시키고, 수신 안테나의 높이를 1~4 m 높이로 가변하여 수평 및 수직 선형 편파 각각에 대해 스캔하였다. 검파모드는 CISPR 22 규격에 따르면 준첨두치 검파기를 사용하여야 하나, 측정 시간을 단축시키기 위해 시험장치의 평균치(AV)를 사용하였으며, 그 외 세부 조건은 LCD 단품의 측정조건과 동일하다.

LCD 멀티비전 조건을 구성하기 위해 15인치 동일 모델 LCD를 그림 53와 같이 스티로폼(Styrofoam)을 지지대로 이용하여 피시험체의 시험조건을 설정하였다. 스티로폼은 유전율이 공기와 유사하여 주파수 1 GHz 이하의 대역에서 전자파에 영향을 주지 않는 물질 특성을 가지고 있다.



그림 53. 측정을 위해 제작한 LCD 30대 및 EMI 측정

LCD 멀티비전의 구성은 대칭이 될 수 있는 조건으로 LCD 1대에서 30 대 까지 수량을 증가시켜 측정을 하였으며, 앞서 높은 레벨의 전계세기를 보이고 있는 동작주파수와 고조파 주파수에 대해 측정을 수행하였다. (그림 54 ~ 57 참조) 그림 54과 56는 LCD 1대의 스펙트럼 분포이고, 그림 55 과 57은 LCD 30 대에 대한 스펙트럼 분포이다. 두 결과를 비교하면 동작주파수 및 고조파 주파수 대역에서 레벨의 증가가 뚜렷하며 100 MHz 이하의 주파수 대역에서 스펙트럼 전체의 레벨의 증가가 있음을 알 수 있다. 앞서 언급한대로 전원부 SMPS에서 발생하는 노이즈 레벨과 LCD 모듈 증가에 따른 신호 및 전원 케이블의 증가에 따라 이 주파수 대역에서 전체 레벨의 증가가 있는 것으로 판단된다¹⁰⁾.

가) LCD 스펙트럼 분포

o 15인치 1대 스펙트럼 측정

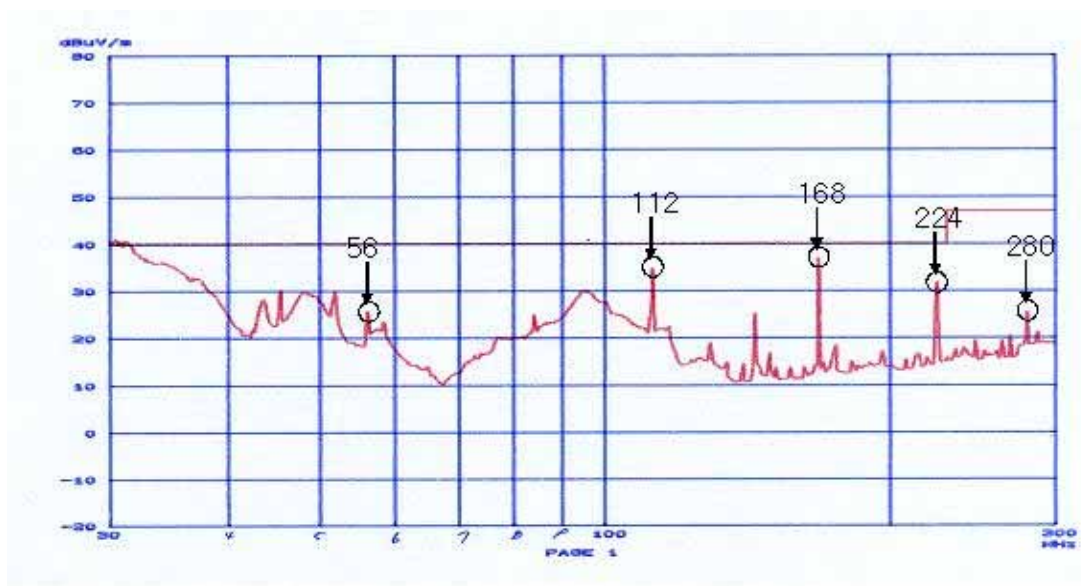


그림 54. 단품 1대 수직편파 스펙트럼 분포(30 ~ 300 MHz)

10) Cable Shielding for Electromagnetic Compatibility : Anatoly Tsaliovich, Pp. 18 ~19

o 15인치 30대 스펙트럼 측정

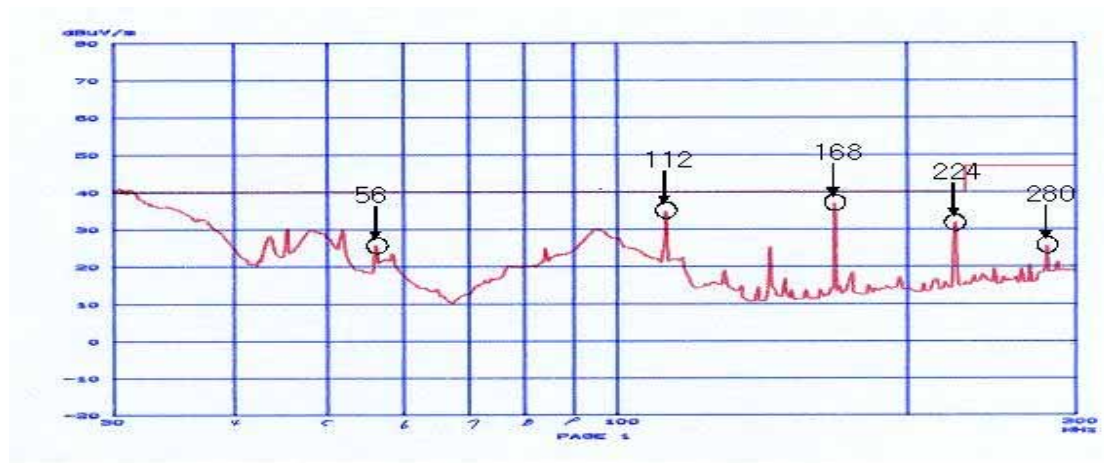


그림 55. 단품 30대 수직편파 스펙트럼 분포(30 ~ 300 MHz)

o 15인치 1대 스펙트럼 측정

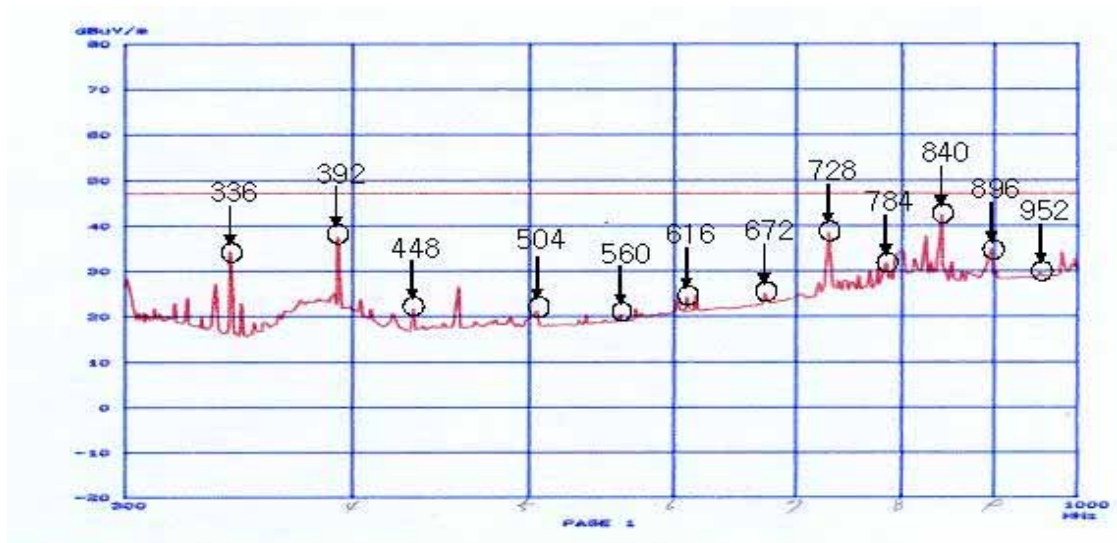


그림 56. 단품 1대 수직편파 스펙트럼 분포(300 ~ 1000 MHz)

o 15인치 30대 스펙트럼 측정

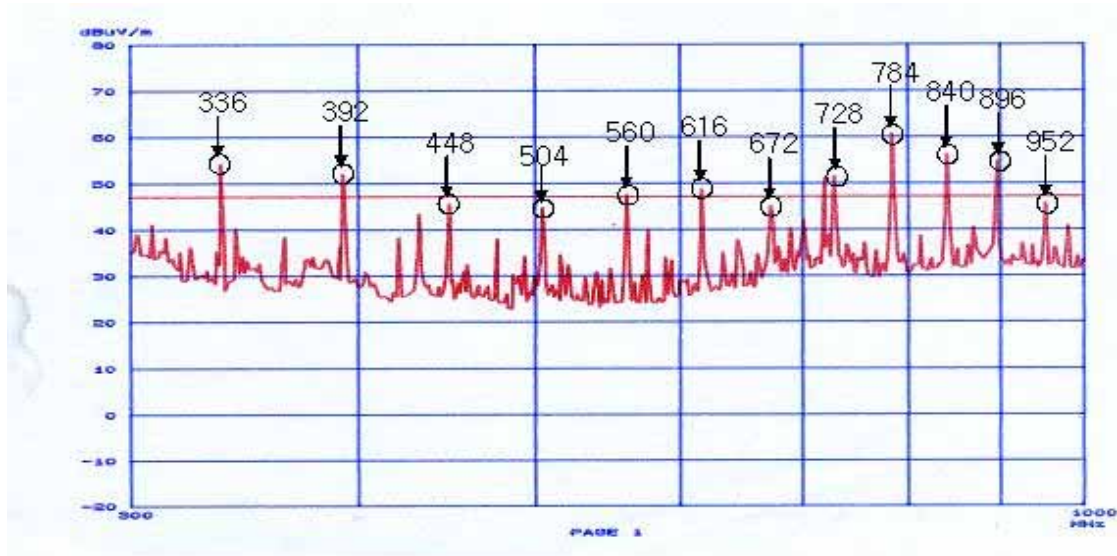


그림 57. 단품 30대 수직편파 스펙트럼 분포(300 ~ 1000 MHz)

나) LCD 모듈 수량 증가에 대한 전계레벨 분포 조사

본 연구의 주요 관심사는 대형 LCD 멀티비전을 시험장에서 시험이 가능하도록 대형 LCD 멀티비전의 상태를 대표할 수 있는 최소 최적 LCD 조합 조건을 찾기 위한 것이며, 이를 위해 LCD 제품을 1 대부터 30대까지 2대씩 증가시키면서 LCD 모듈의 대칭 조합 상태로 전계세기의 변화를 조사 분석하였다.(그림 58 참조) 단일 LCD제품의 노이즈 분포를 나타내는 방사패턴은 랜덤한 분포이며, LCD 조합의 수가 증가하더라도 배열안테나의 방사패턴 곱의 효과가 나타나지 않으며, 더욱 랜덤한 분포를 보일 가능성이 높다.

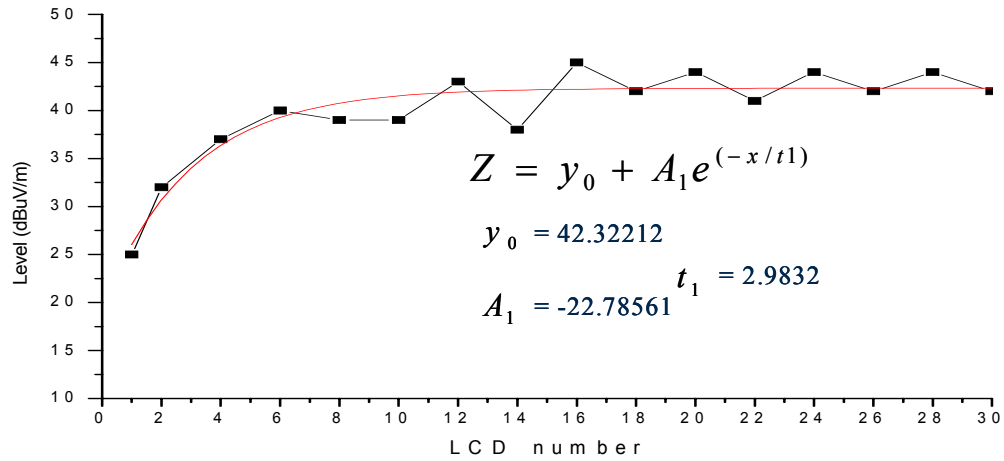


그림 58. LCD 수량증가에 대한 주파수 152 MHz의 전계레벨값(수직편파)

표 20. LCD 수량증가에 대한 주파수 152 MHz의 분석

단위: dBuV/m

[illegible]

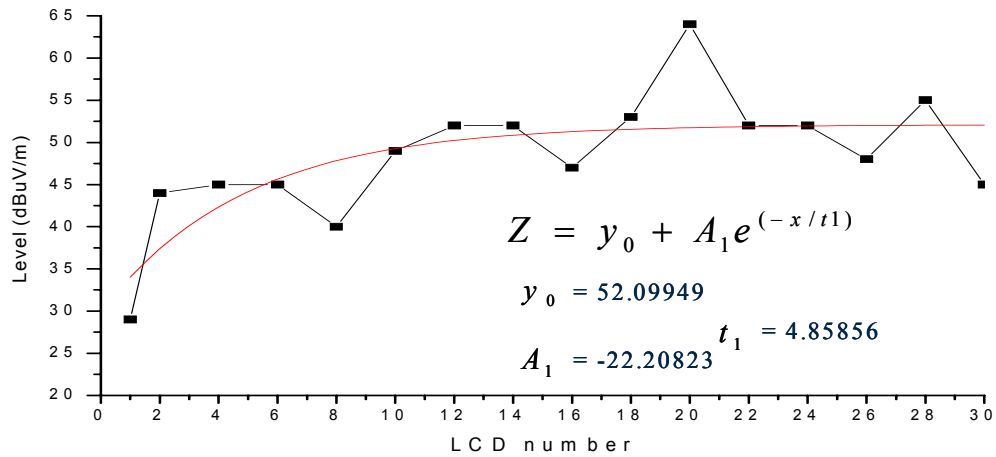


그림 59. LCD 수량증가에 대한 주파수 952 MHz의 전계레벨값(수직편파)

표 21. LCD 수량증가에 대한 주파수 952 MHz의 분석

단위: dBuV/m

[illegible]



$$Z = y_0 + A_1 e^{(-x/t1)}$$

$$y_0 = 38.00627$$

$$t_1 = 15.99122$$

$$A_1 = -8.8626$$

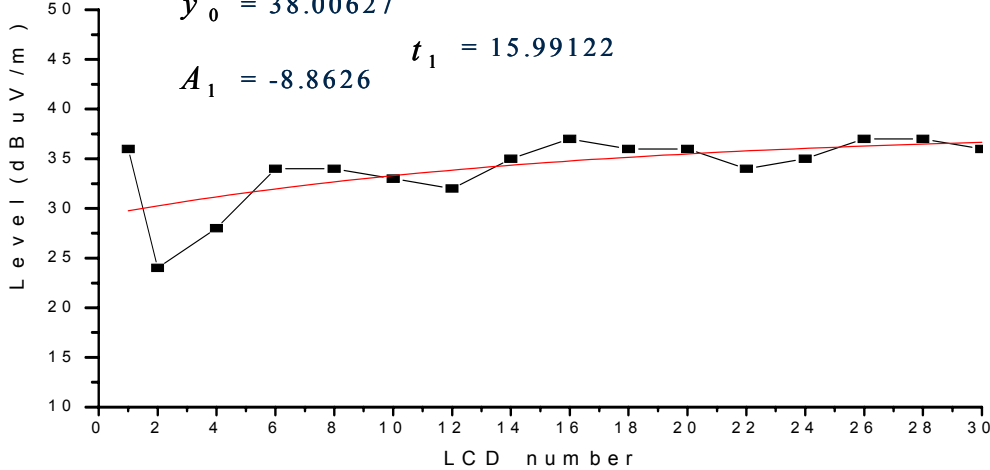


그림 60. LCD 수량증가에 대한 주파수 90 MHz의 전계레벨값(수평편파)

표 22. LCD 수량증가에 대한 주파수 90 MHz의 분석

단위: dBuV/m

[illegible]

◆ 주파수: 224 MHz, 편파: 수평, 검파모드 : AV

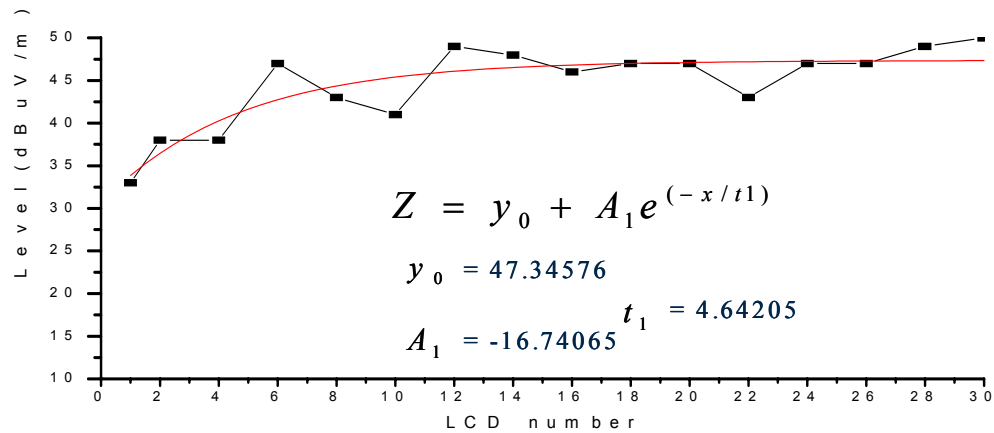


그림 61. LCD 수량증가에 대한 주파수 224 MHz의 전계레벨값(수평편파)

표 23. LCD 수량증가에 대한 주파수 224 MHz의 분석

단위: dBuV/m

조합 수	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
레벨	38	47	43	41	49	48	46	47	47	43	47
결과	조합수 6개 이상 수량 분석: 평균값(46.5), 표준편차(2.63), 6개 레벨 - 평균= 0.5										

◆ 주파수: 896 MHz, 편파: 수평, 검파모드 : AV

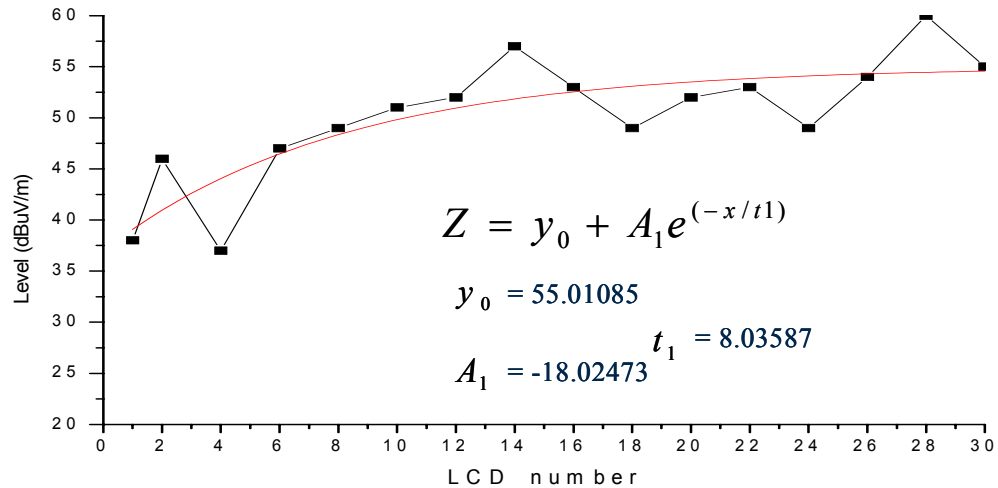


그림62. LCD 수량증가에 대한 주파수 896 MHz의 전계레벨값(수평편파)

표 24. LCD 수량증가에 대한 주파수 896 MHz의 분석

단위: dBuV/m

[illegible]

조사 결과 LCD 조합수의 증가에 따라 방사세기 레벨이 계속해서 증가하는 현상은 나타나지 않으며, 단지 1개 2개, 4개 정도의 수량변화에 대해 레벨 증가 현상은 비교적 선형적으로 나타남을 알 수 있었다. 조사 주파수 21개의 각각에 대한 수직 수평 선형편파의 측정으로 총 42개의 조사 데이터로 분석한 결과에 따르면 대략 8개에서 16개 정도의 조합 상태에서 전계레벨이 수렴되고 있음을 확인할 수 있었다. 8개~16개 이상의 수량 조합의 경우에서도 레벨의 변화가 적지 않으나 선행 조사된 동일 LCD 제품의 측정 오차가 평균 ± 4 dB 정도임을 감안하면 수렴의 조건으로 판단할 수 있다. 그래프를 보다 정확히 분석하기 위해 통계적 분석 방법인 2차 다항식 평균화(2nd order multinomial smoothing) 기법을 적용하여 확인한 결과에서도 위의 결과가 비교적 정확함을 확인할 수 있었다. 이와 유사한 사례로 통신 케이블이 시스템 EMI에 영향 평가의 조사 결과를 보면 80개 시스템에 대해 케이블 수 증가에 따른 방사세기 조사 결과 대략 5개의 케이블이 최소 최적 상태임을 확인한 연구결과도 발표된 바 있다.¹¹⁾ 앞에서 조사된 총 40개의 측정결과로 비교적 잘 수렴되는 최소 최적 조합수를 추출한 결과 그림 2-39와 같다. 결과에 따르면 LCD 8개 조합인 경우의 수가 15개로 전체의 36 %이며 LCD 16개 조합인 경우의 수도 15개로 전체의 36 %이다.

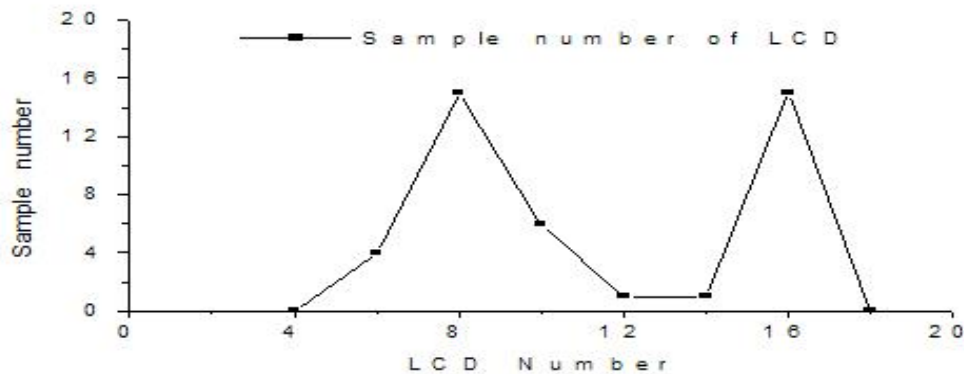


그림 63. LCD 최소 최적 조합 수에 대한 경우의 수

11) Cable Shielding for Electromagnetic Compatibility: Anatoly Tsaliovich, p.18 ~p.19

2.3 현장시험(In-situ)방법에 의한 EMI 레벨조사

시험장 측정이 어려운 대형 멀티비전에 대한 스펙트럼 분포를 현장 측정 방식으로 조사하였다. 대상 제품으로 현재 서울특별시 구로구 소재 구로구청의 홍보용 멀티비전으로 선택하였다. 대상 LCD 멀티비전은 15인치 42대(6대 × 7대)이며 전체 크기는 가로 2.4 m × 세로 1.4 m이다. 측정은 CISPR 11 (ISM¹²⁾ 기기의 EMI 측정)과 CISPR 16-2(전자과장해 측정방법)규격을 적용하였다. 측정방법은 고정된 LCD 멀티비전의 중앙높이(1.25 m)에 수신안테나를 고정하여 3 m 거리에서 측정하였다.(그림 65 ~ 68의 측정결과 참조) 측정 주파수는 30 MHz ~ 1000 MHz(수직 및 수평편파)에 대해 수행하였으며, 사용된 측정시스템은 시험장에서 측정했던 것과 동일하다.



그림 64. 측정에 사용된 구로구청의 LCD 멀티비전

12) Industrial Scientifical Medical

가) LCD 42장 스펙트럼(수직편파)

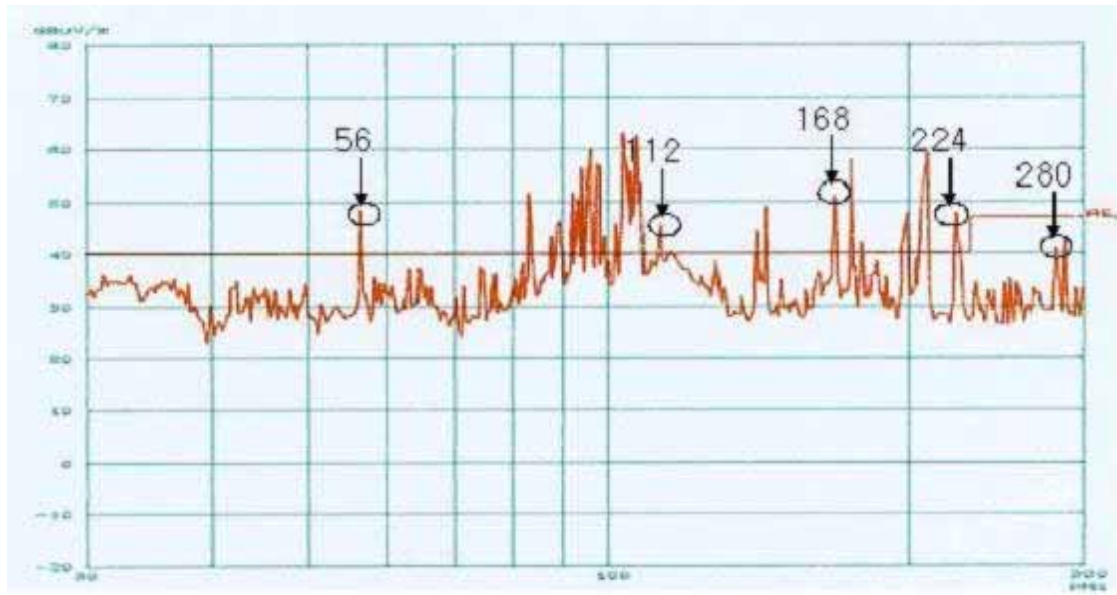


그림 65. LCD 42장 ON에 대한 현장측정값(30 MHz ~ 300 MHz)

나) LCD 42장 스펙트럼(수직편파)

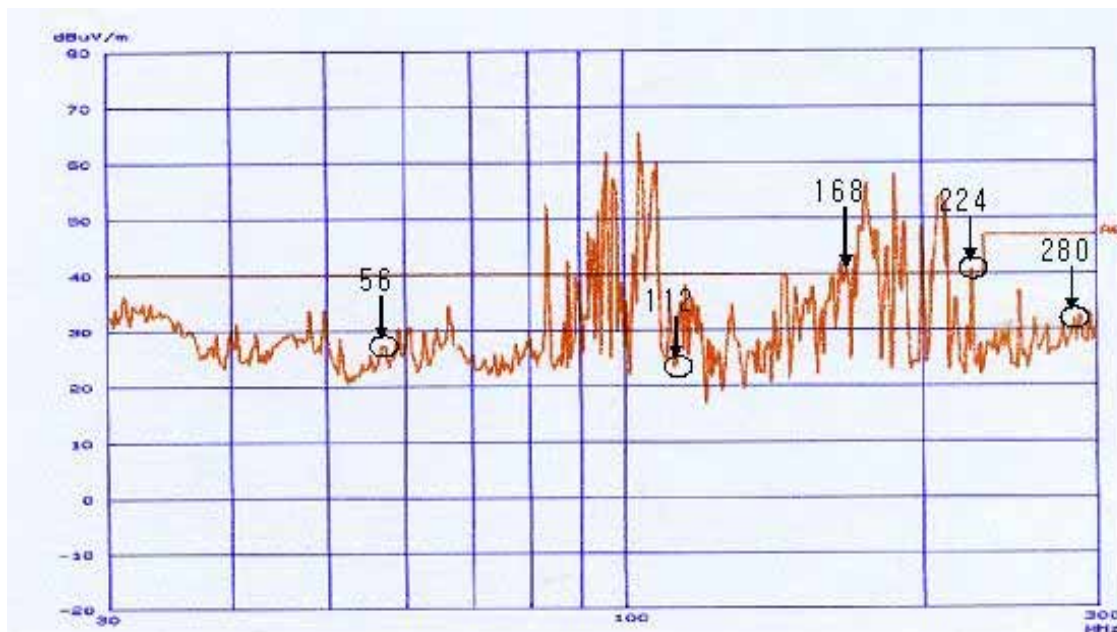


그림 66. LCD 42장 OFF에 대한 현장측정값(30 MHz ~ 300 MHz)

다) LCD 42장 스펙트럼(수직편파)

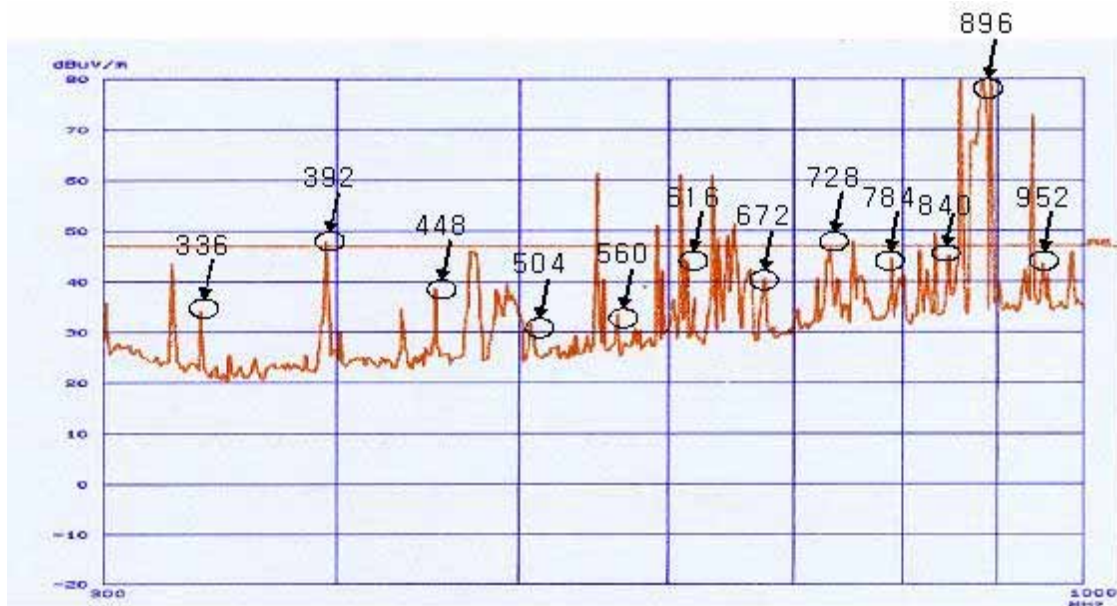


그림 67. LCD 42장 ON에 대한 현장측정값(300 MHz ~ 1000 MHz)

라) LCD 42장 스펙트럼(수직편파)

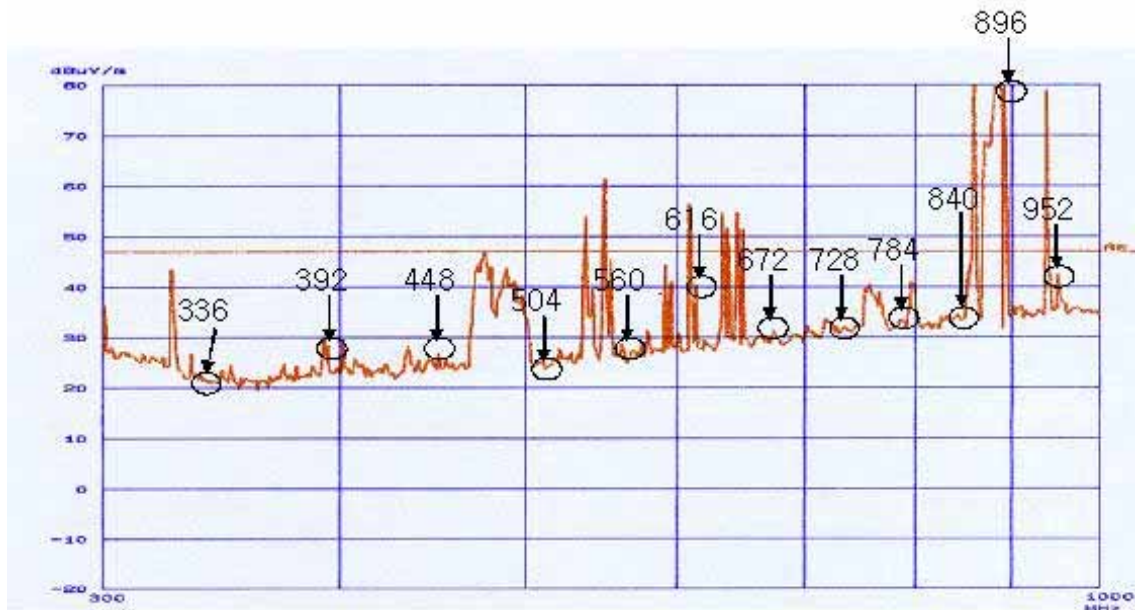


그림 68. LCD 42장 OFF에 대한 현장측정값(300 MHz ~ 1000 MHz)

2.4 국내 EMI 지정시험기관 측정 결과 자료 분석

우리소 시험결과의 신뢰성을 평가하기 위하여 국내 전자파 장애 시험을 수행하고 있는 지정시험기관의 유사 시험 결과에 대한 자료를 입수하여 앞서 조사된 결과와 비교 분석하였다. 지정 시험기관에서 피시험체로 사용된 LCD 제품의 모델 및 사이즈는 우리소에서 사용된 제품과 동일하며, LCD 조합의 수는 63장의 경우이다. 시험 조건은 10 m 거리의 야외시험장을 이용하여 바닥 거치형 상태로 측정하였으며 그 외 조건은 동일하다.

가) 15인치 63장 측정

표 25. LCD 63장에 대한 시험장 측정값

주파수 (MHz)	56.39	84.46	112.24	144.00	168.64	224.95	618.00	674.50	730.50	786.90	842.90	899.40
편파	V	V	H	H	H	H	V	H	H	V	V	V
결과값 (dBuV/m)	32.4	34.4	35.7	35.8	35.4	35.4	42.0	41.5	42.3	42.1	41.5	42.2

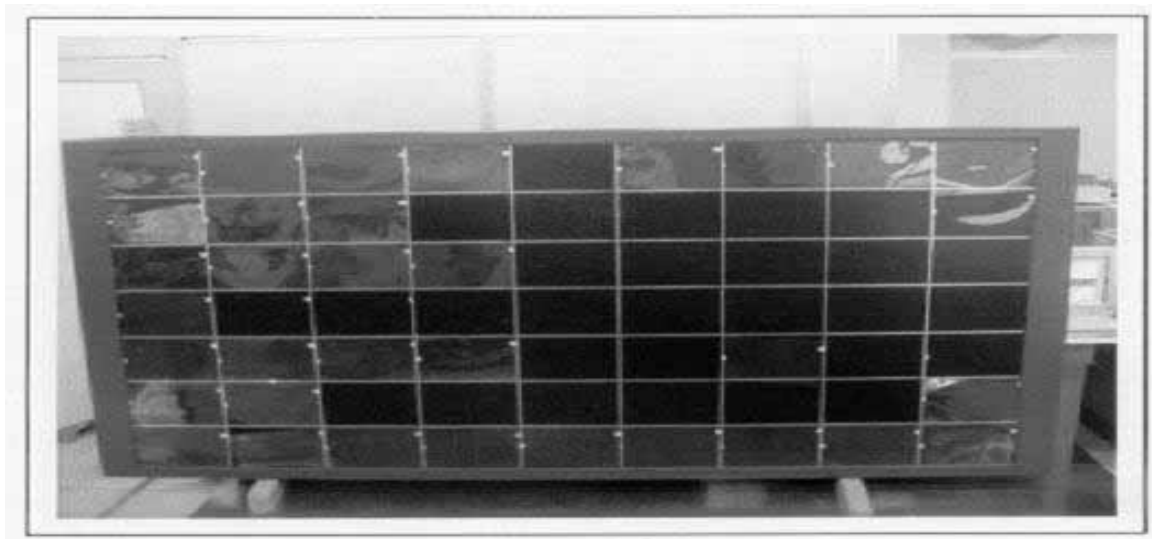


그림 69. 측정에 사용된 15인치 LCD 63대 제품

2.5 비교 분석결과

측정 결과의 신뢰성을 확보하기 위하여 우리소 안양 시험장의 측정결과(LCD 제품 30대)와 국내 지정시험기관 측정결과(LCD 제품 63대) 및 구로구청 현장 시험결과 (LCD 제품 42대)를 비교하였다. LCD 제품의 사이즈는 전부 15인치로 동일하며, 측정거리의 보정을 위해 CISPR에서 정해진 다음 수식에 의해 측정값을 환산하여 비교하였다.¹³⁾

$$E_{\text{lim}} = E_{\text{meas}} + n \cdot 20 \log \frac{d_{\text{mea}}}{d_{\text{lim}}} \quad : \text{표준측정거리 환산 방법}$$

E_{lim} = 방사 허용기준치와 비교를 위한 표준측정거리에서 전계강도

E_{mea} = 측정거리에서 전계강도[dBuV/m]

d_{mea} : 측정거리 [m], d_{lim} : 표준거리 [m] , $n = 0.6$

가) 측정결과 비교

구로구청 현장시험결과와 지정시험기관 측정결과를 우리소 시험장(1차측정: LCD 8대 및 16대, 2차측정: LCD 9대 및 16대)에서 측정된 결과값과 비교하였다.

표 26. 시험장간의 측정결과 비교 I (구로구청, 지정시험기관, 우리소)

측정장소 및 수량		전계세기(dBuV/m)	
		수직편파	수평편파
구로구청 현장측정(42장)		36	34
지정시험기관(63장)		39	37
시험장(1차)	8장	33	33
	16장	38	37

13) CISPR 16-2 : Measurements of equipment in situ

표 27. 시험장간의 측정결과 비교 II (구로구청, 지정시험기관, 우리소)

측정장소 및 수량		전계세기(dBuV/m)	
		수직편파	수평편파
구로구청 현장측정(42장)		36	34
지정시험기관(63장)		39	37
시험장(2차)	9장	38	38
	16장	40	40

1차와 2차의 측정결과 우리소 시험장에서 LCD를 3×3(9 대) 또는 4×4(16 대)의 상태로 측정한 결과가 LCD가 6×7(42 대)로 배열된 구로구청의 현장 시험결과와 지정시험기관의 LCD 7×9(63 대) 배열 상태의 측정결과와 1~4 dB의 오차 범위에서 유사한 결과를 보이고 있다.

3. 결 론

동일한 모델의 LCD 단품 6 대에 대해 측정한 데이터의 최대 최소값을 비교한 결과 4 dB 정도의 표준편차를 보이고 있다. 이와 같은 결과는 동일한 LCD 제품의 경우에도 제품별 전원부에 사용되는 R-L-C 수동소자의 고주파 특성 차이와 케이블 등 부품의 배치 차이가 주요한 원인으로 판단되며, 실제 모든 제품의 경우에서 공통적으로 발생하는 측정 불확도로서 제품의 평가에 반영되어야 할 것이다.

대형 LCD 멀티비전을 현장시험 대신 시험장 시험으로 대체할 수 있는 방안을 마련하기 위해 수행된 본 조사결과 LCD 조합이 2 대 이상에서 7 대 이하까지 측정 레벨이 점점 증가되는 분포를 보이고 있으며, 8 대 이상 조합 상태에서 측정값이 비교적 수렴하는 결과를 나타내고 있다.

총 42회 측정결과 중 시험장에서 피시험체의 배치상태를 고려 대칭상태의 측정결과 중 4×4(16 대)의 배치 상태가 실제 대형 LCD 멀티비전의 측정결과와 아주 유사한 결과를 보이고 있으며, 3×3(9 대)의 배치 상태에서도 오차 정확성을 유지하고 있다.

위의 조사결과를 바탕으로 조합형 멀티비전으로 가장 많이 사용되는 15인치의 LCD인 경우 4×4(16 대)의 대칭구조에서 시험장 시험으로 대형 LCD 멀티비전 방사 EMI 시험을 대체할 수 있으며, 17인치 이상의 LCD인 경우 3×3(9 대)의 대칭구조에서 방사 EMI 시험을 대체할 수 있는 것으로 조사되었다.

제 4 절 디스플레이기기 저주파 전자계 분포조사

1 개 요

모니터(LCD, CRT), PDP, TV 등 각종 전자제품이 인체에 근접해서 사용되면서 VDT 제품에서 발생하는 저주파(5Hz ~ 400 kHz) 세기에 대한 사회적 관심이 증대하고 있다. 사회적 관심의 증대와 이에 대한 인체 유해 여부의 판단자료가 요구됨에 따라 VDT 기기에서 발생하는 불요파가 국민의 건강에 영향을 주는 정도를 확인하기 위해서 스웨덴 국립연구소(SSl)에서 1987년부터 1991년 1월 까지 3년 동안 연구하여 MPR1 시험방법을 개발하였으며, 동일한 해 6월에 업그레이드된 MPR2¹⁴⁾ 및 TCO 시험방법 및 기준레벨을 국제범용규격으로 제정하여 현재 각 나라에서 사용하고 있다.

TCO 및 MPR 국제범용규격은 인체보호기준으로 사용되는 ICNIRP(국제복사방호기준) 레벨보다 전계레벨은 400배, 자계레벨은 4000배 크다. 이와 같이 TCO에서 규정하는 허용기준레벨이 큰 차이가 있는 이유는 VDT제품 시청시간이 다른 제품에 비교해서 장시간 이며, 눈 등 예민한 신체 부위를 보호하려는 취지인 것으로 생각된다.

일반적으로 VDT 제품에 대한 전자파 측정결과가 우리나라의 “전자파 인체 보호기준” 및 국제복사보호기준(ICNIRP)을 만족하는 것으로 나타났지만, 스웨덴(SSl) 및 국제노동단체에서(ILO)에서 제시하는 보다 엄격한 허용레벨(TCO, MPR)을 만족하는지 여부를 우리소가 최근에 구축한 저주파 전자계 측정시스템을 활용하여 불요파 현황을 조사하였다.

따라서 본 연구에서는 VDT 제품에 대한 저주파전자계 방사레벨에 대한 보다 엄격한 국제범용규격을 중심으로 방사레벨 및 분포현황에 대한 연구를 수행하였으며, 국제범용규격의 국내 적용여부를 검토해 보았다.

가. VDT 제품에 대한 국내외허용기준 레벨값

1) 국제노동단체(ILO) 허용기준값

스위스 제네바의 국제노동단체(ILO) 문서에서 제시한 VDT 제품에 대한 ELF, VLF 주파수의 허용기준 레벨값이 IRPA/INIRC¹⁵⁾에서 제정한 일반인

14) MPR(Measurement Proof Radiation Board), TCO(The Swedish Confederation of Professional Employees) : 스웨덴 저주파 전계 자계 측정에 관한 규정, 범 유럽에서 다수 국가 채택

및 직업인에 대한 일반적인 허용 기준레벨값 보다 매우 작은 것을 표에서 알 수 있다.

표 28. IRPA/INIRC 일반인과 직업인의 일반적인 허용치와 VDU 허용기준치

Non-ionizing radiation (NIR)	IRPA/INIRC limits		Levels at VDUs (CRT)	References ²
	GP	Occ		
ELF	E:5 kV/m	E:10 kV/m	E:2 V/m	Schnorr et al. (1991)
50-60 Hz	B:0.1 mT	B:0.5 mT	B:0.4 μ T	
VLF ³	E:82 W/n	E:614 W/n	E:4 W/n	Schnorr et al. (1991)
3-30 kHz	B:2.3 μ T	B:83 μ T	B:0.1 μ T	
Microwaves	2-10 W/m ²	10-50 W/m ²	Undetected	Cox (1984)
IR ³	100 W/m ²	100 W/m ²	< 10 W/m ²	Cox (1984)
UVA	10 ⁴ J/m ² , 8 h	10 ⁴ J/m ² , 8 h	300 J/m ² , 8 h	Paulsson et al. (1984)
UVB and C	1 mW/m ²	1 mW/m ²	Undetected	Cox (1984)
Airborne ultrasound	100 dB	110 dB	68 dB	Bureau of Radiological Health (1981)
Electrostatic fields	—	—	Up to 15 kV/m	Knave et al. (1985b)

2) 스웨덴 및 유럽국가의 허용기준값:

- 자계(MPR II): 주파수 Band I(250 nT), 주파수 Band II (25 nT)
- 자계(TCO) : 주파수 Band I(200 nT), 주파수 Band II (25nT)
- 전계(MPR II): 주파수 Band I(25 V/m), 주파수 Band II (2.5 V/m)
- 전계(TCO) : 주파수 Band I(10 V/m), 주파수 Band II (1 V/m)
- 정전기 : 10Cm 거리에서 500 V 이하

3) 국내 허용기준값

현재 국내에서 저주파 전자계 레벨값에 대한 허용기준값은 인체보호기준에 의한 표63과 같으며, 아직 VDT 제품에 대한 허용기준레벨값을 별도로 제시하고 있지 않다.

15) IRPA(국제방사보호협회, The International Radiation Protection Association)

INIRC (The International Non-Ionizing Radiation Committee)

국제 무선주파수 전자장에 대한 노출한계 지침서

표 29. 전자계 인체보호기준

주파수 범위	전기장강도 (V/m)	자기장강도 (A/m)	자속밀도 (μ T)	전력밀도 (W/m ²)
1Hz 이하	-	3.2×10^4	4×10^4	
1Hz 이상 ~ 8Hz 미만	10,000	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8Hz 이상 ~ 25Hz 미만	10,000	$4,000/f$	$5,000/f$	
0.025kHz 이상 ~ 0.8kHz 미만	$250/f$	$4/f$	$5/f$	
0.8kHz 이상 ~ 3kHz 미만	$250/f$	5	6.25	
3kHz 이상 ~ 150kHz 미만	87	5	6.25	
0.15MHz 이상 ~ 1MHz 미만	87	$0.73/f$	$0.92/f$	
1MHz 이상 ~ 10MHz 미만	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	
10MHz 이상 ~ 400MHz 미만	28	0.073	0.092	2
400MHz 이상 ~ 2,000MHz 미만	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	$f/200$
2GHz 이상 ~ 300GHz 미만	61	0.16	0.20	10

나. VDT 제품에 대한 불요파 조사

CRT, LCD, TV, PDP 에 대해서 저주파 전계·자계의 근거리 영역에 대한 불요파 발생을 조사 하였다.

- 1) 측정 EUT : CRT 4대, LCD 12대, TV 3 대(15“, 17“, 20“), PDP 1 대
- 2) 측정 방법
 - 제품별로 전기장강도와 자기장강도를 각각 측정함
 - CRT, LCD 제품은 저주파전자계에 대한 허용기준인 TCO 및 MPR 측정기술기준을 준수하여 측정하였으며, TV 및 PDP는 측정 거리를 화면으로부터 점점 멀리 이격하면서 레벨 변화를 조사하였다.

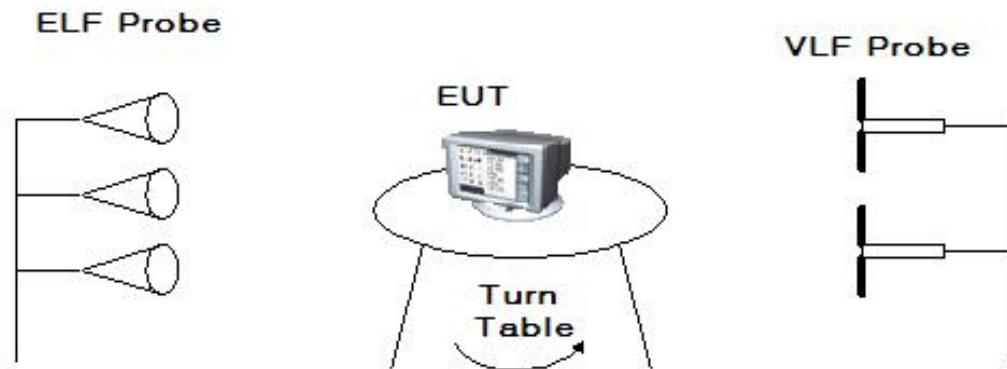


그림 70. 저주파 자기 측정방법



그림 71. 저주파전계 측정방법

- MPRII, TCO 규격에 의한 조사

- MPRII 규격에 따라 불요파 측정은 EUT의 50 Cm 거리에서 측정하였으며, TCO 규격에 따라 EUT 정면 30 Cm 에서 추가 측정을 하였다. 정전기는 EUT 정면 10 Cm 거리에서 측정하였다.
- 측정높이는 모니터 중앙 및 상하 30 Cm 높이의 3 포인트에 대해서 측정하였다.
- 자기측정 위상은 MPRII, TCO 규격에 따라 EUT 각도 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 사이에서 22.5° 씩 16 포인트에 대해서 측정하였으며, 전기측정은 MPRII, TCO 규격에 따라 Band 1 주파수는 정면에서 측정하고 Band 2 주파수는

EUT 각도 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 사이에 대해서 90° 씩 4 포인트에 대해서 측정하였다.(그림 72참조)

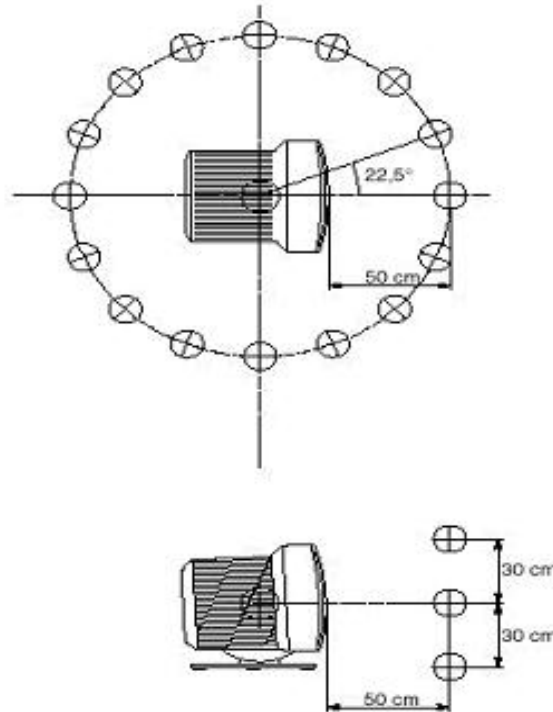


그림 72. 위상($0 - 360^{\circ}$) 측정 및 상하높이(30 Cm) 측정위치

3) 측정시스템

우리소가 보유한 저주파 전자계측정시스템은 스웨덴에서 제작한 콤비노바 장비를 사용하였으며 다음과 같이 구성되어 있다.

	전 계 측 정	자 계 측 정	
		ELF	VLF
주파수범위	$5\text{ Hz} \sim 400\text{ kHz}$	$5\text{ Hz} \sim 2,000\text{ Hz}$	$2\text{ kHz} \sim 400\text{ kHz}$
측정 범위	$0.05 \sim 10,000\text{ V/m}$	$0.01\text{ }\mu\text{T} \sim 10,000\text{ }\mu\text{T}$	$5\text{ nT} \sim 1,400\text{ nT}$

※ 정전기 측정 범위 : $\pm(0.5 \sim 1000)\text{ kV/m DC}$

※ 자 계 측 정 단위 : - nT (nano Tesla), ($1\text{ }\mu\text{T} = 10^4\text{ mG} = 80\text{ mA/m}$)

- VLF(Very Low Frequency) : $1\text{ kHz} \sim 500\text{ kHz}$

- ELF(Extremely Low Frequency) : $30\text{ Hz} \sim 1000\text{ Hz}$



그림 73. 안양연구소에 구축된 저주파전자계 측정시스템

4) 측정시스템 응용 분야

- 모니터 및 VDT 저주파 자계 인증업무 (스웨덴 MPR, TCO 규격 만족)
- 소형전자기기 저주파 자계·전계 정밀 측정
- 별도 휴대용 분리 가능 : 생활환경 저주파 전계·자계 측정
- 송전선 및 고압전력 시스템에 대한 저주파 전계 자계 측정
- 가정 및 사무실 전파환경조사 수탁업무 수행

2. TV 모니터 전자계 방사 레벨 조사

TV 모니터 3대를 임의로 선정하여 제품에서 발생하는 불요전자파를 측정하였으며 측정거리를 EUT 정면 30 Cm에서 이동하면서 TCO 및 MPR 규격에 합격되는 거리를 추출하였다.

1) A사_CRT_TV(N-4461, 1대) 측정

가) TCO 측정결과(Passed 결과)

종류 측정주파수및 거리	자 계	전 계	정전기	비고
Band1, 70cm	Passed			최대 203nT
Band2, 70cm	Passed			
Band1, 240cm		Passed		
Band2, 240cm		Passed		
30cm			Passed	

2) B사_CRT_TV(R-4842, 1대) 측정

가) TCO 측정결과

측정종류 측정거리	자 계	전 계	비 고
Band1 75cm	Passed		
Band2 75cm	Passed		
Bans1 250cm		Passed	
Band2 250cm		Passed	
정전기 40cm	Passed		

4) TV 모니터 3대 분석결과

- TV를 시청할 경우 TCO 규격에서 제시하는 걱정 허용레벨을 만족하는 거리를 조사해 본 결과 TV 화면으로부터 약 80 cm 에서 허용 자계레벨값을 만족하였고 약 250 cm 거리에서 허용 전계레벨값을 통과하였으며, 약 60 cm 거리에서 정전기 허용레벨값을 만족하였다. 따라서 TV를 시청할 경우 2.5 m의 거리에서 시청하면 전자계 및 정전기 허용레벨을 모두 만족 할 수 있다.

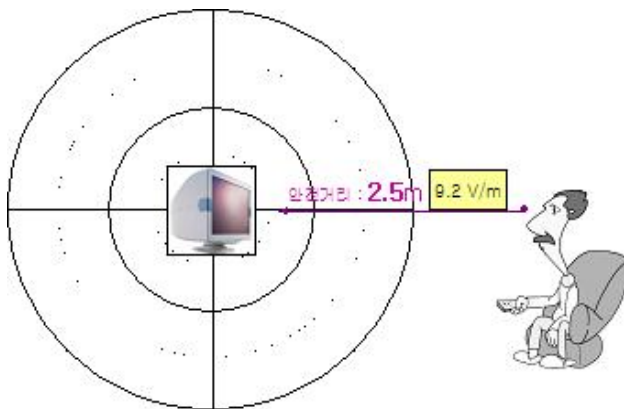


그림74. 적당한 TV 시청거리

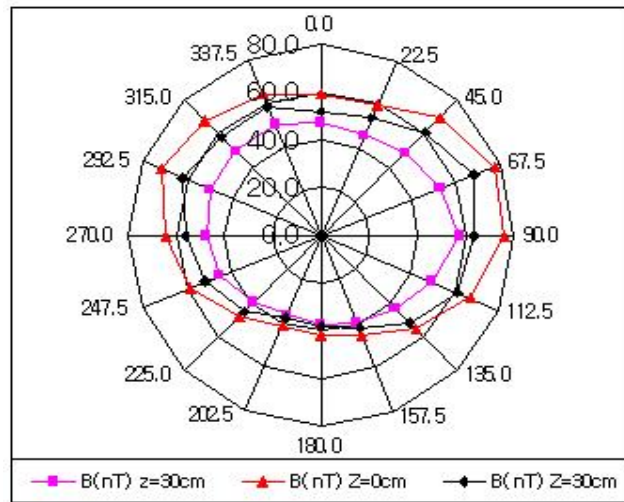
3. CRT 모니터 전자계 방사 레벨 조사

3.1 자계레벨 분포조사

가) CRT 저주파 자계 측정결과(1)

측정 EUT : A사_1280_CRT

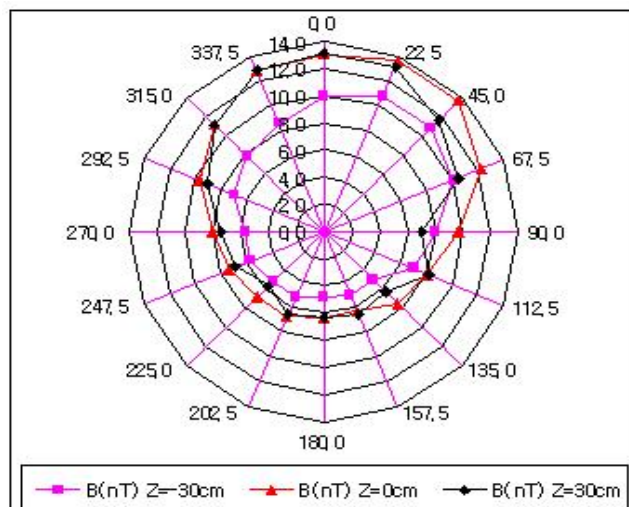
Band 1 : 5Hz ~ 2kHz(ELF)			
ϕ	레벨값(nT)		
	Z=-30cm	Z=0cm	Z=30cm
0.0	47.0	59.0	52.0
22.5	45.0	59.0	53.0
45.0	49.0	70.0	61.0
67.5	53.0	77.0	68.0
90.0	57.0	76.0	63.0
112.5	50.0	67.0	61.0
135.0	43.0	56.0	52.0
157.5	39.0	45.0	42.0
180.0	37.0	42.0	38.0
202.5	36.0	41.0	37.0
225.0	39.0	48.0	45.0
247.5	45.0	58.0	52.0
270.0	47.0	64.0	56.0
292.5	50.0	72.0	62.0
315.0	50.0	68.0	58.0
337.5	50.0	64.0	58.0



최대레벨 값 : B = 77.0 nT, 위상(ϕ) = 67.5°, Z = 0 cm

최대레벨 방사위치 : 정면_중앙, 측정결과 : Passed

Band 2 : 2kHz ~ 40kHz(VLF)			
ϕ	레벨값(nT)		
	Z=-30cm	Z=0cm	Z=30cm
0.0	10.0	13.0	13.2
22.5	10.8	13.6	13.2
45.0	10.8	13.6	11.6
67.5	10.0	12.2	10.4
90.0	8.0	9.6	7.0
112.5	7.0	8.0	8.2
135.0	5.0	7.4	6.4
157.5	5.0	6.4	6.6
180.0	4.8	6.4	6.4
202.5	5.2	6.8	6.6
225.0	5.2	6.8	5.6
247.5	5.6	7.4	6.8
270.0	5.6	8.0	7.4
292.5	7.0	9.8	9.0
315.0	7.8	11.2	11.2
337.5	8.6	12.8	12.8



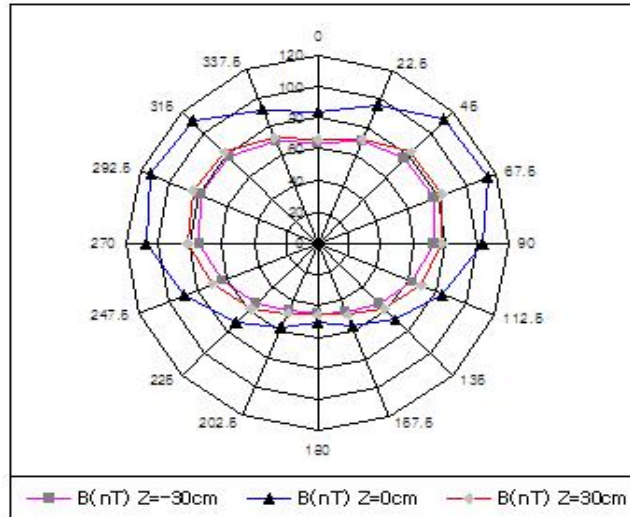
최대레벨 값: B = 13.6 nT, 위상(ϕ) = 22.5°, Z = 0 cm

최대레벨 방사위치: 왼쪽면, 측정결과 : Passed

CRT 저주파 자계 측정결과(2):

측정 EUT : B사_50_CRT(17"),

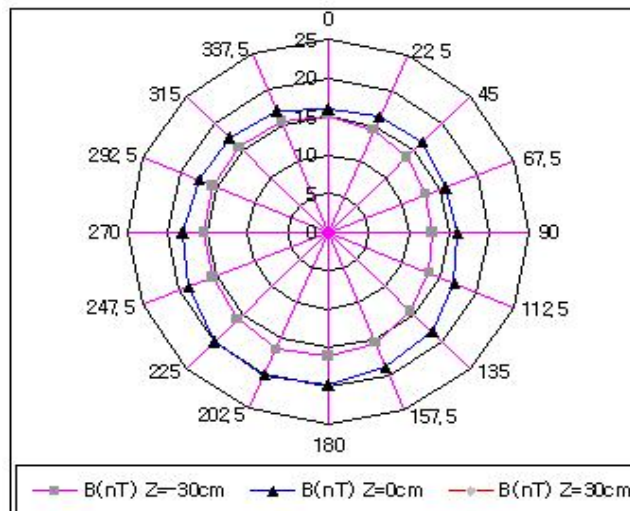
Band 1 : 5Hz ~ 2kHz(ELF)			
ϕ	레벨값(nT)		
	Z=-30cm	Z=0cm	Z=30cm
0.0	64.0	84.0	66.0
22.5	70.0	95.0	72.0
45.0	76.0	111.0	82.0
67.5	78.0	114.0	84.0
90.0	72.0	102.0	78.0
112.5	64.0	85.0	69.0
135.0	55.0	69.0	58.0
157.5	47.0	57.0	49.0
180.0	44.0	51.0	45.0
202.5	46.0	58.0	49.0
225.0	54.0	71.0	58.0
247.5	63.0	89.0	70.0
270.0	73.0	107.0	81.0
292.5	79.0	113.0	85.0
315.0	78.0	110.0	82.0
337.5	70.0	91.0	72.0



최대레벨 값: 114.0 nT, 위상(ϕ) = 67.5°, Z = 0 cm

최대레벨 방사위치: 정면_중앙, 측정결과 : Passed

Band 2 : 2kHz ~ 40kHz(VLF)			
ϕ	레벨값(nT)		
	Z=-30cm	Z=0cm	Z=30cm
0.0	15.2	16.0	
22.5	14.6	16.2	
45.0	14.0	16.4	
67.5	13.2	15.8	
90.0	13.0	16.0	
112.5	13.6	16.8	
135.0	14.6	18.2	
157.5	15.4	19.0	
180.0	16.0	19.8	
202.5	16.4	20.2	
225.0	16.0	20.0	
247.5	15.4	18.8	
270.0	15.4	18.2	
292.5	15.6	17.6	
315.0	15.6	17.4	
337.5	15.4	17.0	



최대레벨 값: 20.2 nT, 위상(ϕ) = 202.0°, Z = 0 cm

최대레벨 방사위치: 고른분포, 측정결과 : Passed

나) 주요 분석 결과

CRT 모니터 9대를 선정하여 TCO 국제규격 시험방법에 따라 측정하였다. 측정된 값을 사용하여 ELF 및 VLF 대역의 CRT 모니터 방사패턴을 구하고 최대방사레벨의 위치를 조사하였다.

1) 자계 조사 :

- 주파수(5 Hz ~ 2 kHz) 대역 조사 : CRT모니터 9대에 대한 자계 방사방향의 평균레벨 분포를 조사해본 결과 모니터 전·후면이 좌·우측면에 비교해서 상대적 큰 레벨이 방사되는 것으로 조사되었다.

자계레벨 모니터 위치	평균 레벨값 (nT)	평균 레벨값 (nT)
중앙 전면	105	
좌측면		65

- CRT 모니터 중앙 및 모니터 상·하 30 Cm 측정을 비교했을 경우

위치	CRT 중앙	CRT 상단	CRT 하단
평균 레벨 (nT)	105	72	60

- 주파수(2 kHz ~ 400 kHz) 대역 조사 : VLF 대역에서 방사되는 레벨값은 ELF 대역에서 측정한 레벨값보다 매우 작았다.

자계 방향	평균 레벨값 (nT)	평균 레벨값 (nT)
중앙전면	15	
오른쪽면		11

- 모니터 중앙 및 상·하 30 Cm 측정을 비교했을 경우

위치	CRT 중앙	CRT 상단	CRT 하단
평균 레벨(nT)	20	13	14

- CRT모니터 자계 측정결과 :

- ELF 대역에서 측정한 레벨값이 VLF 대역에서 측정한 레벨값보다

약 90 nT 많이 방사 되었다.

- CRT 모니터 중앙 및 모니터 상·하 30 Cm 측정을 비교했을 경우 중앙 전면의 자계방사 레벨값이 모니터 상·하면 보다 약 30 ~ 40 nT 많이 방사 되었다.

CRT모니터 9대에 대한 자계 측정결과

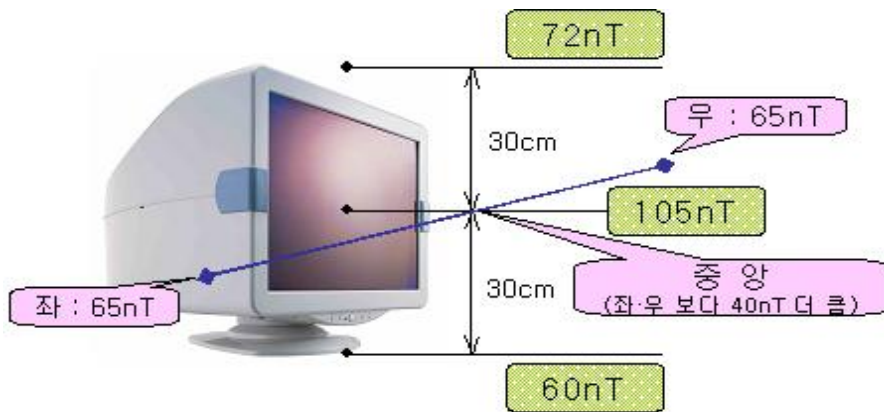


그림 75. CRT 모니터 9대 자계의 평균 측정값

- TCO 허용기준값

	자 계	전 계
허 용 레 벨	200 nT	10 V/m

3.2 전계레벨 분포 조사

가) CRT 모니터 4대에 대하여 전계레벨 조사를 실시하였으며 그중에서 대표적인 값은 아래와 같다. 모니터 정면 (0°)에서 가장 작은 레벨값이 방사되었으며 모니터 후면(180°)에서 가장 큰 레벨값이 방사됨을 알 수 있다.

- 측정 EUT : A사_CRT(940F (H/W-5316))

측정주파수 : 5 Hz ~ 400 kHz		
ϕ [deg]	Band1	Band2
0	3.85	0.116
90	8.31	0.114
180	17.99	0.302
270	10.89	0.182
30cm	3.05	0.224
Result	Passed	

나) 주요 분석 내용 :

- 주파수(5 Hz ~ 2 kHz) 대역 조사 : CRT 모니터 전계분포는 모니터 전면이 모니터 좌·우 및 후면에 비교해서 작게 방사되었다.

- 50 Cm 거리에서 측정된 값

방향 전계	전면	후면	우측면	좌측면
평균 레벨값(V/m)	7.1	22.4	16.4	15.4
30cm일때(V/m)	7			

- 분석결과

- CRT 모니터 4대 측정중 3대는 TCO 국제규격 허용레벨을 만족하였으나 1대는 약 4 V/m 초과되었다.
- 모니터 전면의 방사 전계 레벨값은 후면에 비해서 약 3배, 좌·우측면에 비해서 약 2배정도 작았다.

- 주파수(2 kHz ~ 400 kHz)대역 조사 : CRT 모니터에서 발생하는 전계분포는 원모양의 일정한 세기이다.

- 50 Cm 거리에서 측정된 값

방향 전계	전면	후면	우측면	좌측면
평균 레벨값(V/m)	0.44	0.42	0.33	0.44
30cm일때(V/m)	1.1			

- 분석결과

- 모니터 전면 측정결과 CRT 모니터 4대 측정중 3대는 TCO 국제규격 허용레벨을 만족하였으나 1대는 약 2 V/m 초과 되었다.
- 모니터 전계레벨값은 원모양의 일정한 세기이다

CRT 모니터 4대의 전계 측정결과

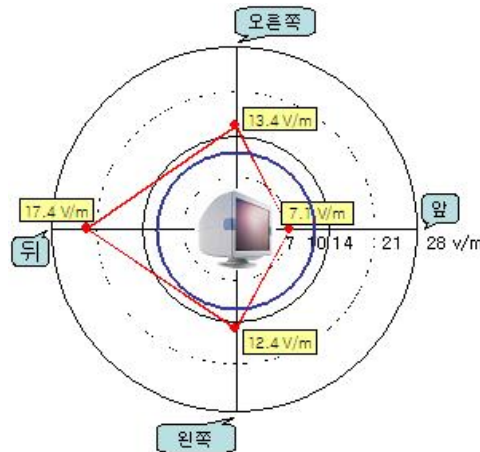


그림 76. CRT 모니터 4대 전계의 평균 측정값

3.3 CRT 화면의 보안경 착용 전·후 비교

o 측정조건:

- 측정 주파수: ELF(5 Hz ~ 2 kHz) 및 VLF(2 kHz ~ 400 kHz)
- 측정거리 : 30 Cm
- 측정높이 : 모니터 전면 중앙

o 자계 측정결과(5 Hz ~ 2 kHz, 30 Cm)

착용 유무 자계	보안경 착용	보안경 미착용
레벨값 (nT)	87.0	93.0

※ 효과없음(약 6 nT 효과발생)

o 전계 측정결과(5 Hz ~ 2 kHz, 30 Cm)

착용 유무 전계	보안경 착용	보안경 미착용
레벨값 (V/m)	13.18	18.39

※ 약 5 V/m 효과 있음(착용전보다 약 27% 정도 효과있음)

o 측정결과(2 kHz ~ 400 kHz, 30 Cm)

<div>착용 유무</div> <div>전계</div>	보안경 착용	보안경 미착용
레벨값 (V/m)	0.18	0.573

※ 효과없음(약 0.4 V/m 효과 발생)

※보안경 착용 전·후 분석결과:

보안경 착용전·후를 비교해본 결과 일반적으로 보안경은 방사되는 자계에 대한 효과는 거의 없고 전계에 대해서 30 % 정도 효과가 있음



그림 77. 보안경 착용전·후 전계레벨 비교

4. LCD 모니터 전자계 방사레벨 조사

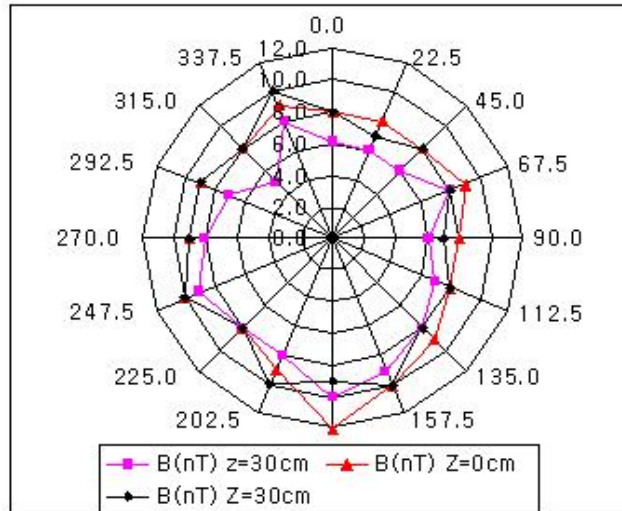
4.1 자계레벨 분포 조사

LCD 모니터 7대를 선정하여 TCO 국제규격 시험방법으로 측정하였다. 측정된 값을 사용하여 ELF 및 VLF 대역의 LCD 모니터 방사패턴을 구하고 최대방사레벨의 위치를 조사하였다.

가) LCD 저주파 자계 측정결과(1) :

측정 EUT : A사_155-A_LCD(15"),

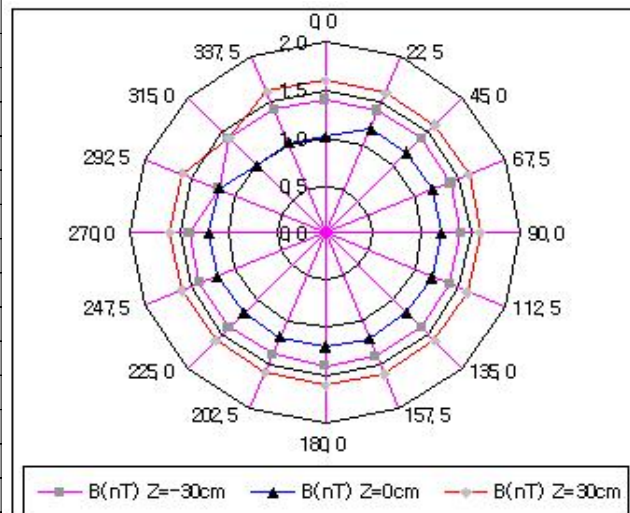
Band 1 : 5Hz ~ 2kHz(ELF)			
ϕ	레벨값(nT)		
	Z=-30cm	Z=0cm	Z=30cm
0.0	6.0	8.0	8.0
22.5	6.0	8.0	7.0
45.0	6.0	8.0	8.0
67.5	8.0	9.0	8.0
90.0	6.0	8.0	7.0
112.5	7.0	8.0	8.0
135.0	8.0	9.0	8.0
157.5	9.0	10.0	10.0
180.0	10.0	12.0	9.0
202.5	8.0	9.0	10.0
225.0	8.0	8.0	8.0
247.5	9.0	10.0	10.0
270.0	8.0	9.0	9.0
292.5	7.0	9.0	9.0
315.0	5.0	8.0	8.0
337.5	8.0	9.0	10.0



최대레벨 값: 12.0 nT, 위상(ϕ) = 180°, Z = 0 cm

최대레벨 방사위치 : 오른쪽면_중앙, 측정결과 : Passed

Band 2 : 2kHz ~ 40kHz(VLF) 50Cm			
ϕ	레벨값(nT)		
	Z=-30cm	Z=0cm	Z=30cm
0.0	1.4	1.0	1.6
22.5	1.4	1.2	1.6
45.0	1.4	1.2	1.6
67.5	1.4	1.2	1.6
90.0	1.4	1.2	1.6
112.5	1.4	1.2	1.6
135.0	1.4	1.2	1.6
157.5	1.4	1.2	1.6
180.0	1.4	1.2	1.6
202.5	1.4	1.2	1.6
225.0	1.4	1.2	1.6
247.5	1.4	1.2	1.6
270.0	1.4	1.2	1.6
292.5	1.2	1.2	1.6
315.0	1.4	1.0	1.4
337.5	1.4	1.0	1.6



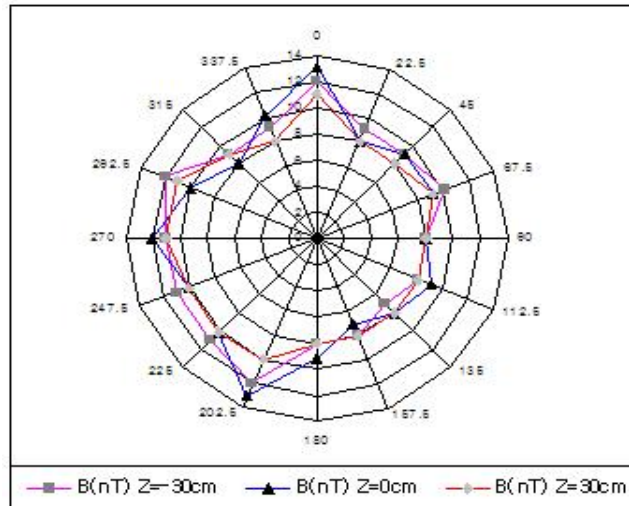
최대레벨 값 : 1.6 nT, 위상(ϕ) = 0°, Z = 30 cm

최대레벨 방사위치 : 고른분포, 측정결과 : Passed

- LCD 저주파 자계 측정결과(3) :

측정 EUT : B사_X170L_LCD(17")

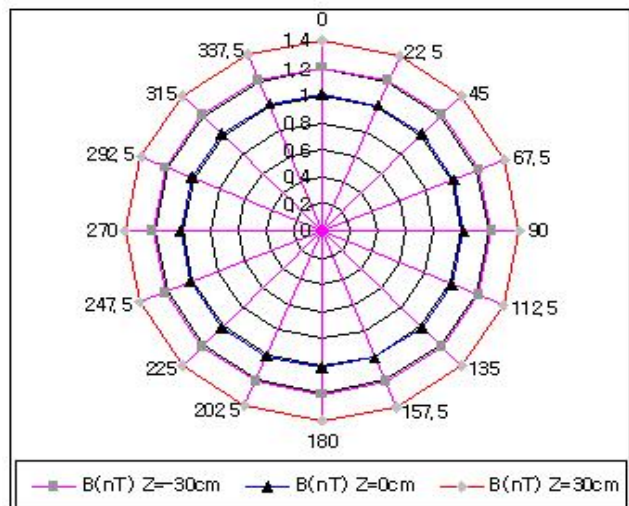
Band 1 : 5Hz ~ 2kHz(ELF)			
ϕ	B(nT)		
	Z=-30cm	Z=0cm	Z=30cm
0.0	12.0	13.0	11.0
22.5	9.0	8.0	8.0
45.0	9.0	9.0	8.0
67.5	10.0	9.0	9.0
90.0	8.0	8.0	8.0
112.5	8.0	9.0	8.0
135.0	7.0	8.0	8.0
157.5	8.0	7.0	8.0
180.0	8.0	9.0	8.0
202.5	12.0	13.0	10.0
225.0	11.0	10.0	10.0
247.5	11.0	10.0	10.0
270.0	11.0	12.0	11.0
292.5	12.0	10.0	11.0
315.0	9.0	8.0	9.0
337.5	9.0	10.0	8.0



최대레벨 값 : 13.0 nT, 위상(ϕ) = 0°, Z = 0 cm

최대레벨 방사위치: 왼쪽면 & 오른쪽 뒷면 중앙, 측정결과 : Passed

Band 2 : 2kHz ~ 40kHz(VLF)			
50Cm			
ϕ	B(nT)		
	Z=-30cm	Z=0cm	Z=30cm
0.0	1.2	1.0	1.4
22.5	1.2	1.0	1.4
45.0	1.2	1.0	1.4
67.5	1.2	1.0	1.4
90.0	1.2	1.0	1.4
112.5	1.2	1.0	1.4
135.0	1.2	1.0	1.4
157.5	1.2	1.0	1.4
180.0	1.2	1.0	1.4
202.5	1.2	1.0	1.4
225.0	1.2	1.0	1.4
247.5	1.2	1.0	1.4
270.0	1.2	1.0	1.4
292.5	1.2	1.0	1.4
315.0	1.2	1.0	1.4
337.5	1.2	1.0	1.4



최대레벨 값: 1.4 nT, 위상(ϕ) = 0°, Z = 30 cm

최대레벨 방사위치 : 고른분포, 측정결과 : Passed

나) LCD 모니터 자계 분석 결과

- 주파수(5 Hz ~ 2 kHz) 대역 조사 : LCD모니터 자계 방사분포는 일반적으로 모니터 좌·우면이 전·후면에 비해 상대적으로 큰 자계가 방사되는 것으로 조사되었다.

- LCD 모니터 7대의 평균 자계 방사레벨값

자계 모니터 위치	평균 레벨값 (nT)	평균 레벨값 (nT)
좌·우면	16	
정면		9

- 주파수(2 kHz ~ 400 kHz) 대역 조사 : LCD 모니터의 VLF 대역에서 발생하는 자계세기는 매우 작고 원모양의 일정한 방사패턴이 조사되었다.

- LCD 모니터 7대의 평균 자계 방사레벨값

방향	좌·우면	전·후면
평균 레벨(nT)	2	2

- LCD 모니터 중앙 및 상·하 30 Cm 측정을 비교했을 경우

위치	LCD 중앙	LCD 상단	LCD 하단
평균 레벨(nT)	1	1.7	1.5

- LCD 모니터 자계 분석결과:

- ELF 대역에서 측정한 레벨값이 VLF 대역보다 평균 12 nT 많이 방사 되는 것으로 조사되었으며
- 모니터 중앙 및 상·하 30 Cm 위치에 대한 측정값은 거의 동일하였다

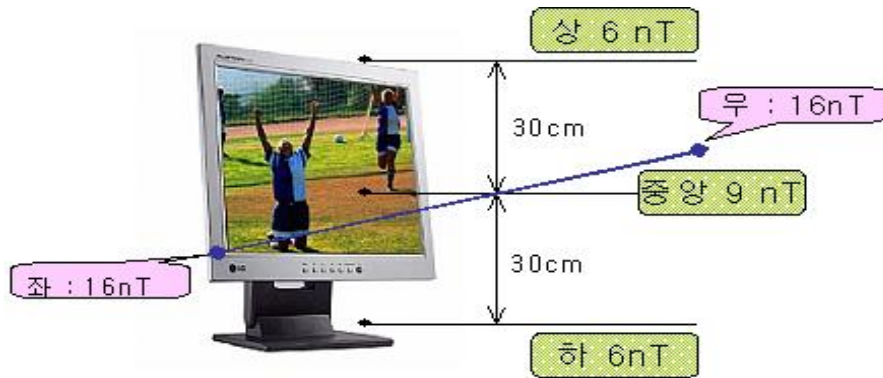


그림 78. LCD 모니터 자계레벨 측정결과

- o ELF 대역에 대한 LCD 및 CRT모니터 자계 측정결과를 비교해보면 CRT 모니터 정면에서 발생하는 자계 방사레벨값이 LCD 모니터 정면에서 방사되는 자계 방사 레벨값 보다 약 90 nT 많이 방사되었으며 VLF 대역은 CRT 모니터 정면에서 발생하는 자계 방사레벨값이 LCD 모니터 정면에서 방사되는 자계 방사 레벨값 보다 약 11 nT 많이 방사되는 것으로 조사되었다.

4.2 전계 레벨 분포조사

가) LCD 모니터 12대에 대하여 전계레벨 조사를 실시하였으며 그중에서 불요파가 다소 큰 측정값은 아래와 같다. 모니터 정면 (0°)에서 가장 작은 레벨값이 방사되고 모니터 후면(180°)에서 가장 큰 레벨값이 방사되었다.

- A사_LCD(197-H/KO H/W-MP30)

Band 1 : 5Hz ~ 400kHz(ELF) 50cm		
ϕ [deg]	Band1	Band2
0	9.87	0.132
90	11.39	0.184
180	27.10	0.340
270	23.10	0.310
30cm	9.25	0.165
Result	Passed	

나) 주요 분석 내용 :

- o 주파수(5 Hz ~ 2 kHz) 대역 조사 : LCD 모니터 전계분포는 모니터

정면이 모니터 좌·우 및 후면에 비교해서 작은 레벨값이 조사되었다.

- 50 Cm 거리에서 측정된 값

위치 전계	전면	후면	우측면	좌측면
평균 레벨값(V/m)	6.7	14.2	7.5	13.5
30cm일때(V/m)	6.4			

- LCD 모니터 분석결과 :

- 모니터 정면 측정결과 LCD 모니터 12대 측정중 10대는 TCO 국제규격 허용레벨을 만족 하였으며 2대는 2 ~ 6V/m 초과 되었다.
- 모니터 정면의 전계레벨값은 모니터 후면에 비해서 약 2배정도 작았다.

o 주파수(2 kHz ~ 400 kHz) 대역 조사 : LCD 모니터 전계분포는 모니터 전면이 모니터의 좌·우 및 후면에 비교해서 작은 레벨값이 조사되었다.

- 50 Cm 거리에서 측정된 값

방향 전계 값	전면	후면	우측면	좌측면
평균 레벨값(V/m)	0.13	0.30	0.39	0.24
30cm일때(V/m)	0.15			

- LCD 모니터 분석결과 :

- 모니터 전면 측정결과 VLF 대역에 대한 LCD 모니터 12대 모두 TCO 국제규격 허용레벨을 만족하였다.

LCD 모니터 6대의 전계레벨 측정결과

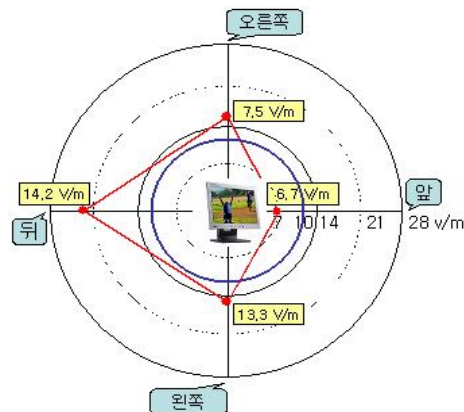


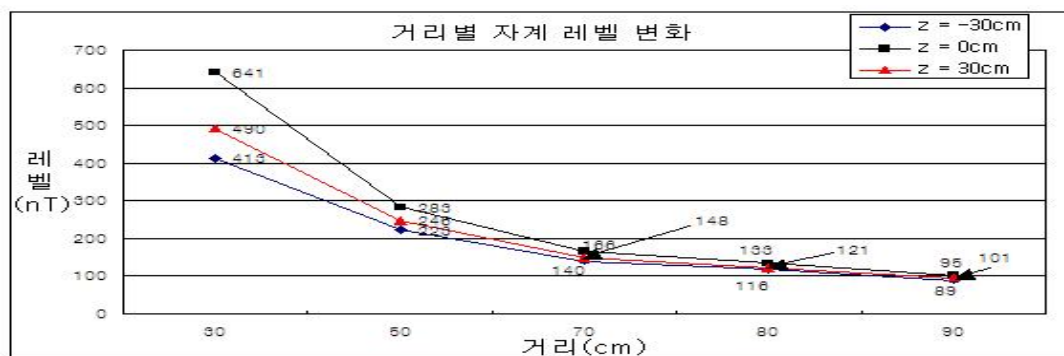
그림 79. LCD 모니터 6대의 평균 전계방사레벨

5. 측정 거리에 따른 전자계 레벨 변화 조사

디스플레이 기기의 시청거리에 따라 전자계 레벨 변화를 살펴보고 국제규격(TCO)의 허용레벨을 만족하는 적정 시청거리를 도출해 보고자 하였다. TV 는 측정거리(30 Cm ~ 210 Cm)에서 LCD 및 CRT 모니터는 측정거리 (20 Cm ~ 60 Cm)에 대해서 전·자계레벨값 변화를 조사하였다.

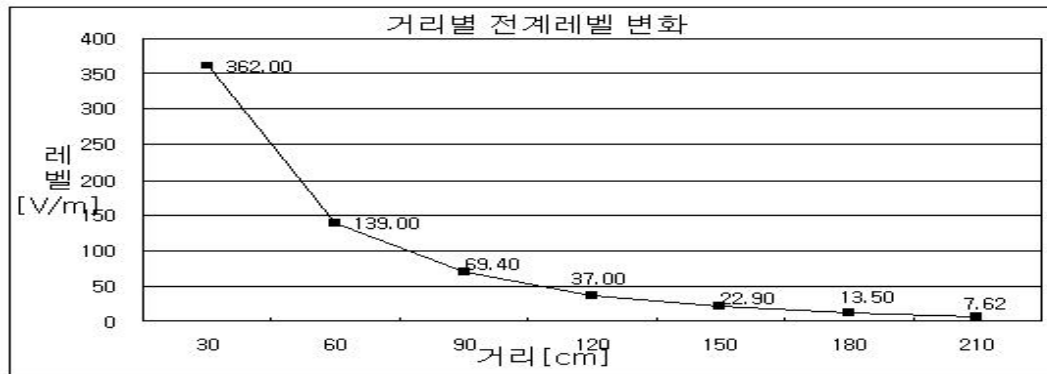
o 측정대상 : TV 1 대(A사, Model : N-4461)

- 측정주파수 : 5Hz ~ 2kHz (ELF)
- 거리에 따른 자계레벨값 변화 조사



Band 1 : 5Hz ~ 2kHz (ELF)			
측정거리 [Cm]	자기 레벨 [nT]		
	z = -30cm	z = 0cm	z = 30cm
30	413	641	490
50	223	283	246
70	140	166	148
80	116	133	121
90	89	101	95

-전계레벨조사



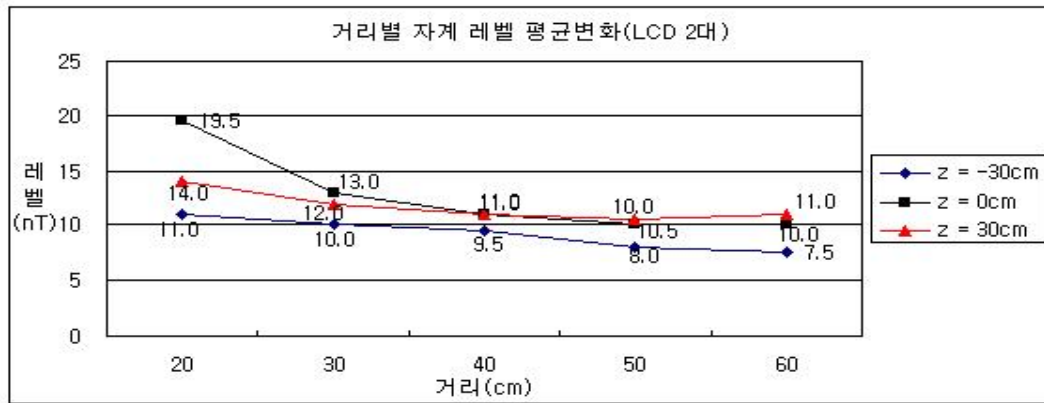
측정거리[cm]	전계레벨[V/m]
30	362.0
60	139.0
90	69.4
120	37.0
150	22.9
180	13.5
210	7.6

o 측정대상 : LCD 모니터 2대(B사, Model : 197)

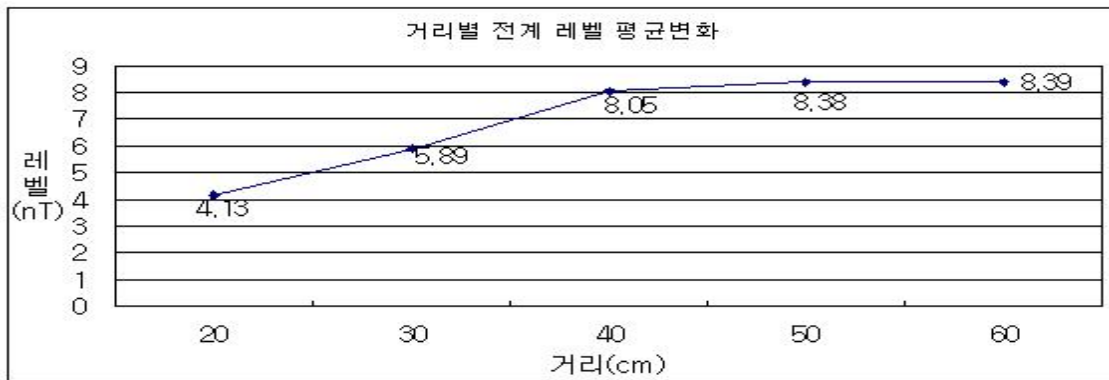
- 측정주파수 : 5Hz ~ 2kHz (ELF)

- 거리에 따른 자기 레벨값 변화 조사

거리 [Cm]	자기 레벨 [nT]		
	z = -30cm	z = 0cm	z = 30cm
20	11.0	19.5	14.0
30	10.0	13.0	12.0
40	9.5	11.0	11.0
50	8.0	10.0	10.5
60	7.5	10.0	11.0



- 거리에 따른 LCD 전계 레벨값 변화 조사

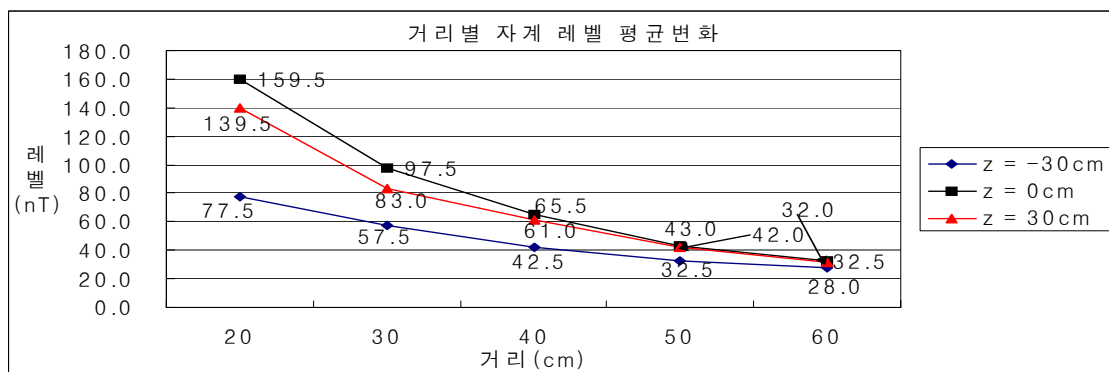


거리[cm]	전계레벨[V/m]
20	4.13
30	5.89
40	8.05
50	8.38
60	8.39

o 측정대상 : CRT 모니터 2대(Model : C사, C19T)

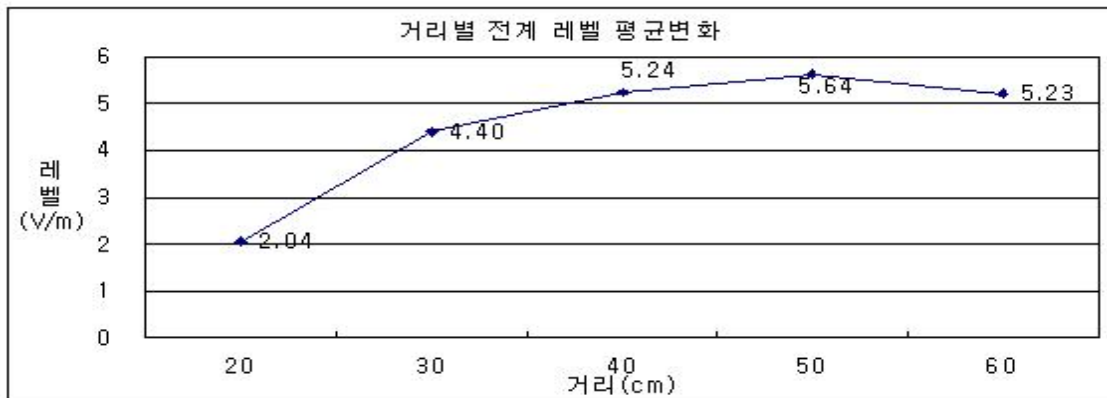
- 측정주파수 : 5Hz ~ 2kHz (ELF)

- 거리에 따른 자계 변화 레벨값 조사



거리 [Cm]	B [nT]		
	z = -30cm	z = 0cm	z = 30cm
20	77.5	159.5	139.5
30	57.5	97.5	83.0
40	42.5	65.5	61.0
50	32.5	43.0	42.0
60	28.0	32.5	32.0

- 거리에 따른 전계 레벨값 변화 조사



· 전계 레벨값

	A. CPG19DT	B. 940DF
거리[cm]	전계 레벨[V/m]	
20	2.53	1.55
30	4.03	4.76
40	4.70	5.77
50	5.12	6.15
60	4.79	5.67

측정 거리에 따른 비교 결과 :

모니터 사용 거리(40 ~ 60 Cm)에 따른 방사레벨값을 조사한 결과 CRT모니터는 사용거리가 멀어질수록 자계 레벨값이 다소 큰 폭으로 감소하며, LCD 모니터는 사용거리가 멀어지더라도 자계레벨이 CRT 모니터보다 작은 레벨로 감소하는데 이것은 LCD 모니터에서 발생하는 자계레벨이 CRT모니터에서 발생하는 자계레벨보다 보다 매우 작기 때문이다.

LCD와 CRT 모니터에서 발생하는 전계 레벨값은 측정거리(40 ~ 60 Cm)내에서는 큰 변화가 없었다.

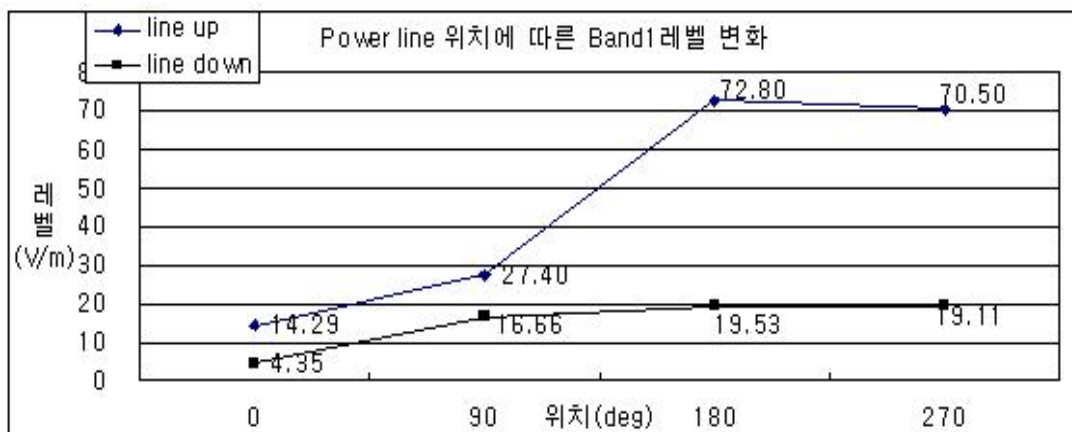
6. Power line 위치에 따른 전계 레벨 변화 조사

디스플레이 기기를 측정할 경우에 모니터에 인가되는 전원라인 구성에 따라서 측정결과에 많은 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 전자계측정시스템은 360° 회전하면서 측정을 하도록 구성이 되어 있으므로 전원라인이 모니터와 연결되어 회전 할 수 있도록 시험장 천정에서 모니터에 연결되어있다. 이 경우를 Power line 이 상단에 위치한 것으로 표현하였으며, 우리가 일반적으로 사용하는 모니터에 직접 전원라인을 인가했을 경우를 Power line이 하단에 위치한 것으로 표현하여 두 전원라인 구성에 대한 저주파 전자계 레벨 변화를 조사하였다. 자체레벨값은 전원라인 구성상태에 영향이 없었으나 전계레벨값은 전원라인 연결 상태에 따라 최대 60 V/m 까지 차이가 나서 상당한 영향이 발생하는 것으로 조사 되었다. 따라서 전원라인을 모니터에 공급하여 전계레벨을 측정 할 경우 전원라인 구성에 주의가 요구된다.

o 측정대상 : LCD 모니터 1대(Model : A사_C910)

- 측정주파수 : 5Hz ~ 2kHz
- 측정거리 30cm 일때

Power line이 상단에 위치		Power line이 하단에 위치	
ϕ [deg]	E [V/m]	ϕ [deg]	E [V/m]
0	14.29	0	4.35
90	27.40	90	16.66
180	72.80	180	19.53
270	70.50	270	19.11



o 측정대상 : CRT 모니터 1대

- 측정주파수 : 5Hz ~ 2kHz (ELF)
- 측정거리 30 Cm 일때의 전계세기 비교

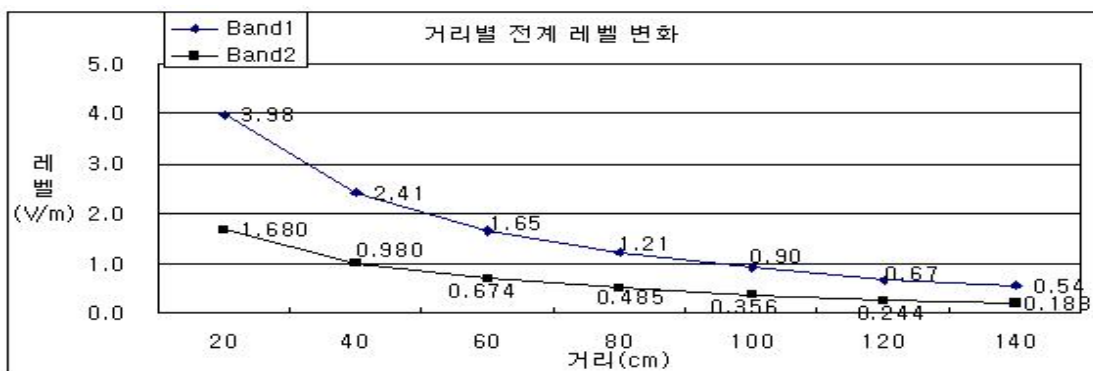


Power line Up시 평균 레벨값		Power line Down시 평균 레벨값	
Band1		Band1	
φ [deg]	E [V/m]	φ [deg]	E [V/m]
0	9.61	0	2.77
90	13.33	90	6.54
180	35.25	180	22.85
270	48.15	270	9.39

o 측정대상 : PDP 1대(Model : A사_504D)

- 측정주파수 : 5Hz ~ 2kHz

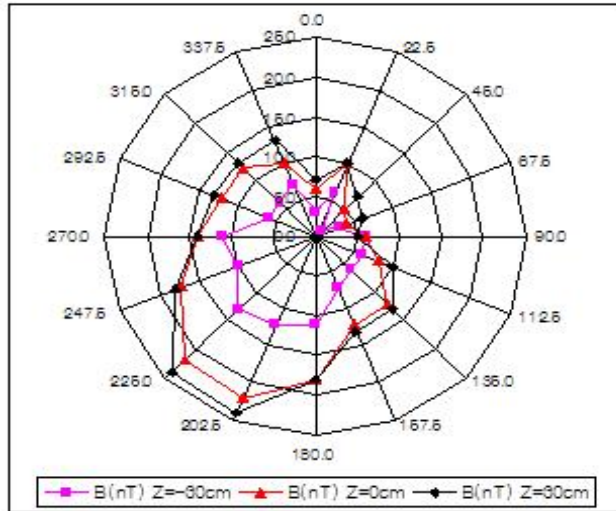
측정거리[cm]	전계레벨[V/m]
20	3.98
40	2.41
60	1.65
80	1.21
100	0.90
120	0.67
140	0.54



PDP 자체 측정결과 :

측정 EUT : PDP_A사(SPD_504D)

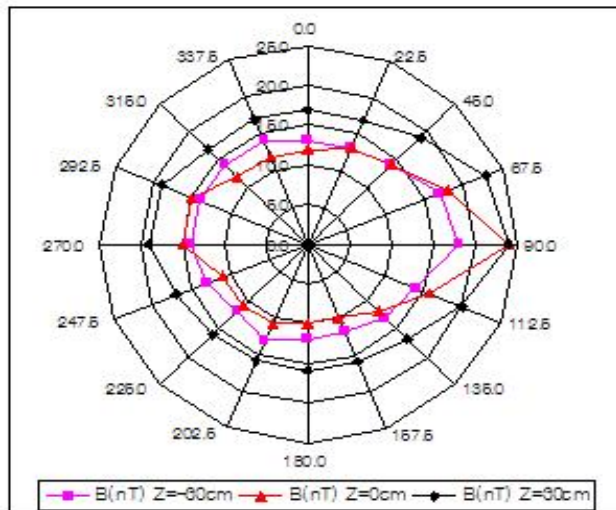
5Hz ~ 2kHz			
ϕ	레벨값 (nT)		
	Z=-30cm	Z=0cm	Z=30cm
0.0	3.0	6.0	7.0
22.5	6.0	10.0	10.0
45.0	1.0	5.0	7.0
67.5	3.0	4.0	6.0
90.0	6.0	6.0	5.0
112.5	6.0	8.0	10.0
135.0	6.0	12.0	13.0
157.5	7.0	12.0	13.0
180.0	11.0	18.0	18.0
202.5	12.0	22.0	24.0
225.0	13.0	22.0	24.0
247.5	10.0	17.0	18.0
270.0	11.0	14.0	14.0
292.5	6.0	12.0	13.0
315.0	6.0	12.0	13.0
337.5	7.0	10.0	13.0



최대레벨 값 : 24.0 nT, 위상(ϕ) = 225°, Z = 30 cm

최대레벨 방사위치 : 오른쪽_뒷면_상단, 측정결과 : Passed

2kHz ~ 400kHz			
ϕ	레벨값(nT)		
	Z=-30cm	Z=0cm	Z=30cm
0.0	13.0	12.0	17.0
22.5	13.0	13.0	17.0
45.0	14.0	14.0	19.0
67.5	17.0	18.0	23.0
90.0	18.0	24.0	24.0
112.5	14.0	16.0	20.0
135.0	13.0	12.0	17.0
157.5	12.0	10.0	16.0
180.0	12.0	10.0	16.0
202.5	13.0	11.0	16.0
225.0	12.0	11.0	16.0
247.5	13.0	11.0	17.0
270.0	14.0	15.0	19.0
292.5	14.0	15.0	19.0
315.0	14.0	12.0	17.0
337.5	14.0	12.0	17.0



최대레벨 값 : 24.0 nT, 위상(ϕ) = 90°, Z = 0 cm

최대레벨 방사위치 : 정면중앙, 측정결과 : Passed

7. 결 론 :

디스플레이 기기의 LCD, CRT, TV, PDP에 대해 저주파 전자계 시험을 하였다. 먼저 CRT와 LCD 모니터 전·자계 레벨값을 비교해 본 결과 CRT 모니터에서 발생하는 자계 레벨값은 LCD 모니터에서 발생하는 자계 레벨값보다 약 9배 많이 발생함을 확인 하였다.

CRT 모니터에서 발생하는 방사패턴을 조사한 결과는 CRT 정면에서 발생하는 자계 발생량은 CRT 좌·우면 보다 30 % 많이 발생하였으나 CRT 정면의 전계 발생량은 모니터의 좌·우측 및 뒷면 보다 약 1/2 정도로 작게 발생하였다. LCD 정면의 전계레벨값도 후면보다 약 1/2 정도 작게 분포하였다.

CRT, LCD 화면과 일반적으로 작업하는 거리(40 Cm ~ 60 Cm)에 대한 자계 레벨 변화값을 조사한 결과 자계 레벨값은 화면에서 멀어질수록 일정한 비율로 감소하였지만 전계레벨값은 큰 변화가 없었다. 2.5 m TV 시청 거리가 TCO 허용레벨을 통과하는 적정거리로 조사되었다.

모니터에 공급하는 전원라인의 위치, 길이 및 재질에 따라 자계세기의 변화량은 작은 반면에 전계세기의 변화는 매우 크게 조사되었다. 따라서 VDT 제품의 저주파에 대한 전계 레벨값을 측정 할 경우에는 전원라인 구성에 주의가 요구된다.

보안경의 전자계 차단효과를 측정해본 결과 자계세기에 대한 차단 효과는 미약하였으며, 전계세기는 약 30 % 정도 차단하는 효과가 있었다.

국내에서 생산되는 VDT 제품에 대해 국제 범용규격인 TCO 및 MPR 규격에 적합한 시험 결과는 대부분 제품에 대해서 전자파 허용레벨을 만족하는 것으로 나타났다. 따라서 우리도 일상적으로 장시간 사용하는 VDT 제품에 대해서 국제규격에 적합한 국내규격(일명 자율규제 그린 VDT)을 적용하여 국민의 건강과 안전을 도모할 필요가 있다.

부록 1 :

대형 LCD전광판 전자파방사시험 및 평가 방안

1. 방사시험

1.1 측정설비

사용장비	모델명	제 조 자	제 조 번 호	차기교정일	사 용 여부

1.2 시험장소:

1.3 환경조건: 온도 및 습도 기록

1.4 시험방법(전자파장해방지시험방법: 전파연구소고시 제 2004-30호, 2004. 05. 07)

- ① 시험기기를 가로(4장)× 세로(4장)을 구성하여 시험장 턴테이블 위에 설치하여 시험하며, 조합 크기가 시험장 턴테이블 보다 큰 경우는 가로(3 장)× 세로(3 장)으로 구성하여 턴테이블 위에서 설치하여 시험한다.
- ② 시험기기 및 시스템을 취급설명서 상에 기술된 상태로 구성하여 시험한다.
- ③ 시험기기가 특정 설비와 함께 사용되는 경우에는 해당 설비를 함께 접속하여 시험하고, 어떤 시스템의 일부로 사용되는 부분품의 경우에는 그 시스템에 설치하여 정상 동작시켜 시험한다.
- ④ 각 접속단자(인터페이스 포트)마다 해당 주변기기를 접속하고 시험한다.
- ⑤ 시험기기에 접지 단자가 있는 경우에는 접지하고 전원선 플러그를 통해 내부 접지된 시험기기는 사용전원을 통해 접지하여 시험한다.
- ⑥ 통상 테이블 위에 올려놓고 작동하는 시험기기는 접지면으로부터 0.8m 높이의 시험대 위에서 시험하고, 바닥에 설치하는 시험기기는 바닥면에서 시험한다.
- ⑦ 시험기기는 동작모드, 전송속도 등이 다른 경우에는 각각 시험하여 가장 높은 측정값을 시험값으로 선택한다.
- ⑧ 시험기기는 통상 사용 상태에서 각 주변기기 및 케이블 등을 최대 방사가 일어나도록 배치하여 시험한다.
- ⑨ 시험기기를 360° 회전시키고, 안테나 높이를 1~4m 높이로 가변하며, 수평 및 수직편과 각각의 최대 방사점을 찾아 시험한다.
- ⑩ 측정거리는 10m로 하여 시험을 한다.
- ⑪ 잡음 전계강도는 다음 공식으로 산출하되, 보정요인이 자동 보정되는 경우에는 그때 측정치를 그대로 적용하여 시험한다.

$$F1[\text{dBuV/m}] = F2[\text{dBuV}] + AF[\text{dB/m}] + CL[\text{dB}]$$

F1:최종측정치 F2:계기지시치 AF:안테나보정계수 CL:케이블손실

2.1 시험결과: ☐ 적합 ☐ 부적합

시험일 : 년 월 일

시험자 :

주파수	계기지시치 (dBuV)	편파	안테나높이 (m)	보정계수 (dBuV/m)	제한치 (dBuV/m)	결과값	Margin (dBuV)

2.1.1 전자파방사 기준

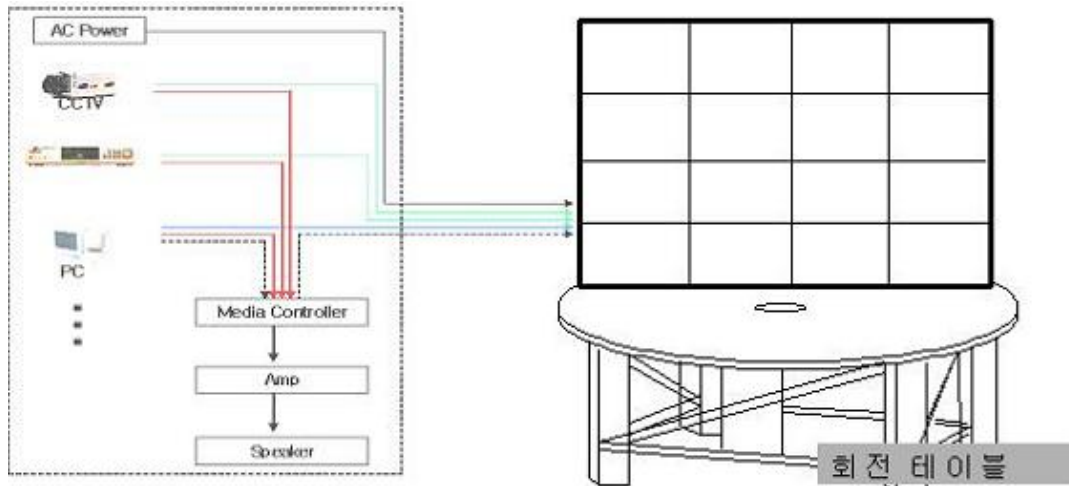
주파수 범위 (MHz)	허용기준(dBuV/m)	
	A급기기(10 m)	B급기기(10 m)
30 ~ 230	40	30
230 ~ 1000	47	37

2.1.2 시험자 의견 및 측정 그래프

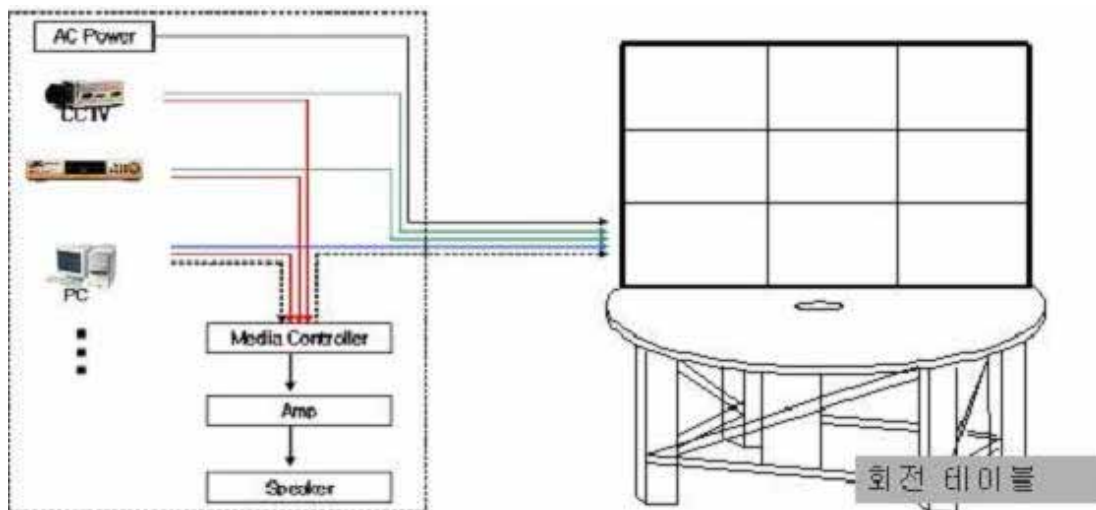
발급번호: 제 호

3 시험장 시험기기 설치방법

3.1 대형멀티비전을 4(가로) × 4(세로)으로 턴테이블에 설치하여 시험기기가 특정설비(측정 제어 PC 등)와 함께 사용되는 경우에는 해당 설비를 접속하여 시험한다



3.2 대형멀티비전을 3(가로) × 3(세로)으로 턴테이블에 설치하여 시험기기가 특정설비(측정 제어 PC 등)와 함께 사용되는 경우에는 해당 설비를 접속하여 시험한다



부록 2 : 조합형 정보기기 EMI 시험 및 평가 방안 요약

1. 추진 배경

- o 조합형 대형 멀티비전에 대해 적용 가능한 적절한 EMI 시험방법이 마련되어 있지 않아 시험장에서 수행 가능한 대체 시험방법의 개발이 요구
 - 조합형 정보기기에 대한 시험 및 인증방안 마련협조(기준연구과)
 - (주)엘포트(대형 LCD 멀티비전 조립 설치업체)사의 시험방법 질의

2. 현황 및 문제점

- o 대형 조합형 정보기기의 보급으로 전자과장해 문제 발생
 - 최근 LCD 조합형 멀티비전이 홍보용으로 지하철 및 공공장소에 많이 설치됨
 - 2002년 월드컵 전·후로 LED 대형전광판이 경기장 및 고층건물 옥탑 등에 많이 설치됨
- o 국내 시험 인증 현황
 - 지정시험기관
 - 시험장(10 m)에서 측정 가능한 경우 시험장 측정 실시
 - Big Size LED, LCD 멀티비전의 경우 2 ~ 3 장 구성으로 측정 실시
 - ※ 현재 시험기관마다 다소 차이가 있으며, 시험을 위한 셋업 방식에 통일성이 없음
- o 국제 기술기준
 - 시험장 시험 : CISPR 22 규격 적용
 - 피시험체 크기를 2 m 이내로 제한
 - 현장(In-Situ) 시험 : CISPR 16-2 및 CISPR 11 규격 적용
 - 시험장 시험이 불가능한 경우 설치장소 측정을 권고
 - ※ 현장시험의 경우 높은 배경잡음으로 측정 값이 부정확하고 측정을 위한 조건이 매우 불리
 - 2003년부터 CISPR SC/H에서 조합형 대형 기기에 대한 시험방법 개발을 위한 작업반이 구성됨

3. 조사 내용 및 검토의견

o 모듈 수량 증가에 대한 전계레벨 분포조사

조사 내용	시험장에서 최대 측정 가능한 LCD 제품 30 대 까지 수량 증가에 대한 전계세기 변화 조사
분석 결과	LCD 제품 8 ~ 16 대 정도의 수량변화에 대해서 전계 레벨값이 Saturation(수렴) 됨을 확인

※ 80개의 통신케이블 시스템에 대해 EMI 영향평가 조사 결과 5개 통신
케이블 이 최소 최적의 측정 대표값이 될 수 있음을 확인한 연구
결과가 있음

- 조사결과 LCD 8 대 ~ 16 대 구성으로 조합형 대형 멀티비전의 레벨값을
대표할 수 있는 것으로 나타났으며
- 시험장 시험시 피시험체 셋업을 위한 대칭구조를 감안하여 3×3(9 대)
또는 4×4 (16 대)의 구성이 바람직하며 LCD 사이즈를 고려하여
 - 15인치 LCD 제품의 경우는 4×4 (16 대)로 배치하여 시험하고
 - 17인치 이상의 LCD 제품의 경우는 3×3 (9 대)로 배치하여 시험을 수행

[REFERENCES]

- [1] Anatoly Tsaliovich, Cable Shielding for Electromagnetic Compatibility, pp. 18 ~19
- [2] Institute (ANSI) C63.4, general guidance on emission measurements below 30 MHz may be found in the American National Standards Methods of Measurement of Radio-Noise Emissions from Low-voltage Electrical and Electronic Equipment in the Range of 9 kHz to 40 GHz.
- [3] Questionnaire relating to the draft Product Family emission standard for telecommunication networks, July 2003
- [4] Henry Price, BBC World Service, Henry Price Removal of radiated emission limits below 30MHz, 6th June 2003
- [5] CENELEC/ETSI JOINT WORKING GROUP, ON EMC OF CONDUCTED TRANSMISSION NETWORKS
- [6] CENELEC/ETSI JWG, Modification request from TDF on the Draft Product family on emission standard for telecommunication networks September 2003
- [7] Biennial Regulatory Review, Conducted Emission Limits Below 30 MHz for Equipment Regulated, Part 15 and 18 of the Commission's Rules, FCC, 1998.
- [8] 47 C.F.R.. Radiated emission limits vary with frequencies; for example, in the 1705 kHz to 30MHz region
- [9] A comparison document between TCO '99 and TCO '03.
- [10] General test conditions for emissions TCO'03 Displays CRT Displays.