

전원단자 방해파 전력측정의 불확실성

김 남* · 김상철* ·
박성욱** · 이재천***

*충북대학교 정보통신공학과
**전파연구소
***LG전자 품질센터

I. 서 론

우리의 일상 생활에 있어 가정용 전기기기는 삶의 일부분이라고 말할 수 있을 정도로 그 존재 가치가 절대적이다. 최근 반도체 기술의 발달은 이러한 기기의 제어를 기계적인 방법에서 디지털 방식의 전자적인 방법으로 바꾸어 놓고 있다. 이러한 전자적인 제어장치를 갖는 기기로의 발전은 사용상의 편리함을 갖고 있는 반면 다양한 전기전자기기의 보급, 고집적 고감도 전기전자장치 사용의 증가로 인하여 각종 전기전자 신호, 전파 및 불요 전자파잡음 등이 급증하고 있는 가운데 전자파 간섭(EMI : Electromagnetic Interference)으로 인한 장비의 성능 이상 및 오동작과 사용자 신체의 손상 등 위해를 가할 수 있는 가능성을 항상 갖고 있어서 그 위험성이 날로 증대되고 있다.

가정용 전기전자 기기뿐만 아니라 기타 전기전자 기기등에 대해 이에 장착된 Micro-Processor 구동을 위한 clock 신호, 모터 등 회전기 부분에서 발생하는 불연속적인 전자파 잡음, 전원선에서 발생하는 전도성 잡음과 방사성 잡음이 그 원인이 되고 있으며 이러한 전자파 잡음은 주변에서 동작하고 있는 다른 기기의 동작을 방해하고 또한 주변에서 동작하고 있는 다른 기기로부터의 전자파 잡음에 의해 자신이 영향을 받아 불필요한 오동작을 유발하기도 한다.

이에 따라 국제 규격인 CISPR에서는 전원선 또

는 신호선에서 방사되는 EMI Noise에 대해 각각 규정을 제정하였으나, 국내외 관련규격은 사용하는 시험환경, 방법 등이 서로 다르거나 규정이 명확하지 않아서 국제적으로 시험기관 및 규격기관의 해석이 상이하고, 측정 결과는 많은 편차가 발생하고 기본적으로 측정 불확도가 높으며, 특히 바닥 설치형 제품의 경우 측정을 위한 배치 등에 EUT의 크기와 같은 현실적인 문제가 고려되지 않아서 측정편차가 크고 시험의 신뢰성이 저하된 상태이다.

따라서 본 연구는 국제 규격인 CISPR 13, 14-1, 16-2에 대해 전원선에서 방사되는 EMI Noise를 측정하는 필드 Strength방법과 Absorbing Clamp를 사용하는 방법 중 측정 소요 시간이 짧고 간단한 설비만으로도 EMI Noise를 측정할 수 있는 Absorbing Clamp방법을 사용함으로써 그 편차의 원인을 분석하고 검토함으로써 CISPR 규격 및 국내 규격 개정하고, 측정의 재현성 향상을 도모하는 한편 불필요한 방해파 억압 대책으로 인한 시간적, 경제적 손실을 방지하는데 그 목적이 있다.

II. Disturbance Power(방해파 전력) 측정 및 오차 분석

2-1 측정 설비

흡수클램프는 구조와 크기에 영향을 받는 종류의 장비에 의한 EMI Noise를 측정하는데 적합하다. 정

확한 측정절차와 적용성은 각각 장비의 종류에 따라 규정되어야 한다. EUT의 크기가 (도선의 연결없이) 측정주파수의 1/4파장 정도에 접근하면 캐비닛에 의한 직접복사가 일어날 것이다.

유일한 외부 리드선으로서 주 전원선에 의한 방해파의 방사 정도는 안테나 작용을 하고 있는 주 전원선에 공급될 수 있는 전력으로 평가한다. 이 복사된 전력은 도선의 전력이 최대가 되는 곳에 위치하고 있는 흡수장치에 공급되는 전력과 거의 같다. 주 전원선 이외에 다른 선로를 갖고 있는 장비는 차폐여부와 상관없이 주 전원선으로부터의 방사에서와 같은 방법으로 다른 선로에 의하여 방해파 에너지를 복사시킨다.

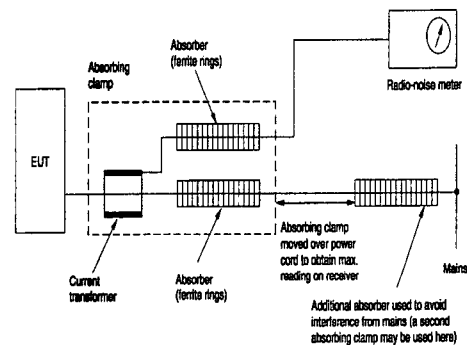
흡수클램프 측정은 이러한 선로에서의 복사전력 측정에 사용된다. 30 MHz~1,000 MHz까지의 주파수 범위에서 선로에 대한 복사는 적당한 흡수클램프를 사용하여 측정할 수 있다. 이러한 측정은 상당히 유용하다. 그러나 장치로부터 직접 복사되는 양이 실제로 주 복사량 임을 유의해야 한다. 흡수클램프의 구조는 광대역 RF 전류 트랜스퍼머(current transformer), 광대역 RF 전력 흡수체와 측정 도선의 임피던스 안정기 전류트랜스퍼머와 측정 수신단을 연결하는 동축케이블 표면의 RF전류를 감소시키기 위한 웨라이트 링이나 흡수 슬리브로 구성되고 약 17 dB의 삽입 손실을 가지고 있다.

흡수클램프의 특성은 규정된 교정 절차에 의해서 얻어진 교정 인자에 의해 결정된다. 흡수클램프는 어떤 주파수에서도 뚜렷한 공진이 없는 교정 신호 발생기에서 나오는 입력 전력 P_0 에 대한 출력전력의 특성 응답을 가져야 한다. 또한 100 Ω ~ 250 Ω 사이의 임피던스를 가져야 한다. 임피던스의 리액턴스 성분은 10 dB 감쇠기 대신 임피던스 시험장치를 놓고 신호발생기를 연결하여 측정할 때 임피던스 값의 20 %를 초과해서는 안된다. 리액턴스 요구조건을 만족시키기 위해서 클램프의 위치에 대한 약

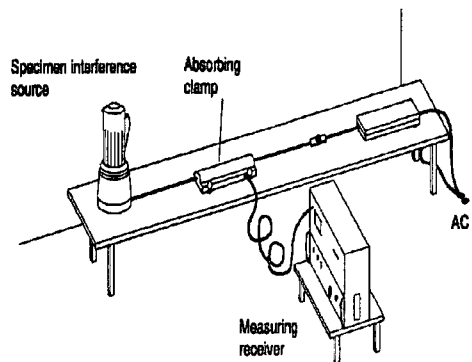
간의 조정이 필요할 수도 있다. 잘 조정된 클램프는 재조정하여도 측정되는 전력에 큰 차이가 없다.

2-2 측정방법 및 설비 배치

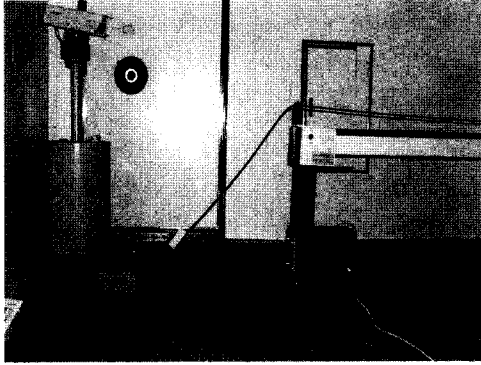
흡수클램프를 사용한 기본적인 측정 구성은 [그림 1]과 같다. EUT로부터 5.7 m 떨어진 곳에 보조 Clamp를 설치하고 흡수클램프를 이동시키며 주파수별로 가장 높게 나오는 값을 찾는다. 전원선의 길이는 최저 측정주파수의 반파장 길이 + Clamp의 길이보다 길게 연장한다(예: 30 MHz의 반파장(5 m) + clamp 길이(0.6 m) * 2 = 약 6~7 m). EUT의 전



[그림 1] 흡수클램프를 이용한 전원선 방해파 전력 측정.



[그림 2] 흡수 클램프를 이용한 측정의 배치.



[그림 3] 측정장의 실제 모습.

원선 길이는 보통 2 m 이내이므로 유사 전원선을 이용하여 직선으로 수평이 유지되도록 6 m 이상 연장하고 [그림 1] 및 [그림 2]는 설치방법을 나타낸다. [그림 2]에서 EUT와 유사 전원선이 설치된 테이블의 높이는 80 cm 이고 테이블의 거리는 6 m 정도가 필요하다. 실제 측정장의 모습은 [그림 3]에 나타내었다.

2.3 측정과정

시험 기기는 다른 금속성 물체로부터 0.8 m 이상 떨어진 거리에서 비금속테이블 위에 놓고 측정하려는 리드는 흡수클램프를 조절할 수 있을 만큼 충분한 거리만큼 곧게 펴야 한다. 클램프는 리드에 유기되는 방해전력의 양을 측정할 수 있도록 리드 주위에 위치시킨다. 흡수클램프는 각각의 시험 주파수에서 최대 방사위치에 놓는다. 클램프는 시험기기의 인접부위에서 측정주파수대중 최저주파수의 반파장 위치까지의 사이에서 최대값을 찾을 때까지 이동시킨다.

측정기기 리드의 직선부위는 그러므로 약 6 m의 길이가 되어야 한다. 이는 흡수클램프와 추가 절연을 위한 보조클램프의 위치를 고려한 $\lambda_{\max}/2 + 0.6$ m와 같다. 만일 원래의 길이가 필요한 길이보다 짧다면 유사 전원선에 의해 확장되거나 대치되어야

한다. 크기 때문에 흡수클램프를 통과할 수 없는 플러그나 소켓은 제거되어야 하고, 특별히 판매금지나 형식승인 취소와 같은 논쟁의 여지가 있을 경우에는 필요한 길이만큼 유사 재질의 전선으로 대치되어야 한다.

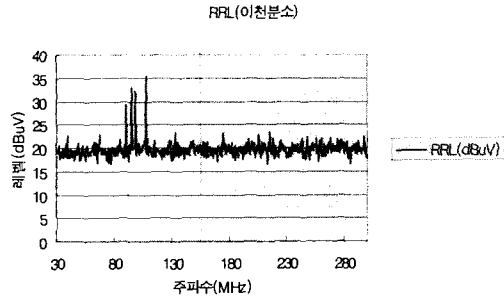
만일 전원공급원과 시험기기의 반대편에 있는 흡수클램프 입력단 간의 전자파 절연이 불충분하다면, 고정된 페라이트 흡수체(KN16-1)가 시험기기로부터 6 m의 위치에 놓여야 한다. 이는 부하임피던스를 안정시키고 전원으로부터 유입될 수 있는 기타 잡음을 줄일 수 있다.

2.4 측정방법의 편차 요인 분석

국제 규격인 CISPR 13, 14-1, 16-2와 ANSI C 63.4를 비교해 보면, EUT의 설치 조건에서 비금속성 테이블의 높이는 CISPR와 ANSI 80 cm이고 측정환경에서 모든 금속으로부터의 이격 거리 40 cm 이상과 80 cm 이상이다. EUT로부터 클램프의 이동 거리는 CISPR는 5 m까지 이고 ANSI는 이동 거리에 대한 조건이 명시되어 있지 않다. 유사 전원선의 길이는 CISPR 13과 16-2가 7 m, CISPR 14-1 6 m, 그리고 ANSI C 63.4는 조건이 없다. 마지막으로 전원선의 처리 부분에서 CISPR는 직선으로 수평처리하고 ANSI C 63.4는 45° 이내의 Slope 처리후 80 cm 높이의 테이블로부터 직선/수평처리되어 있다.

이처럼 국제규격 사이에서 일부 부분의 규격이 명확하지 않아 측정에서 많은 오차 요인으로 작용하고 있다. 측정 조건 및 시험장 구성 변화에 따라 여러 가지의 편차원인이 있을 수 있으며, 주요 요인이 될 것으로 생각되는 사항은 아래 열거한 것과 같다.

- EUT설치 Table 의 높이(대형, 바닥 설치형 등의 고려)
- EUT로부터 Slide Way까지 유사 전원선의 포



[그림 4] 전선만을 배치하고 흡수클램프로 측정된 결과.

설 경로

- 보조 clamp의 위치
- 측정 환경의 조건 (주변잡음, Ground Plane, 금속물체와의 거리 등)
- 측정용 RF Cable 의 포설 경로

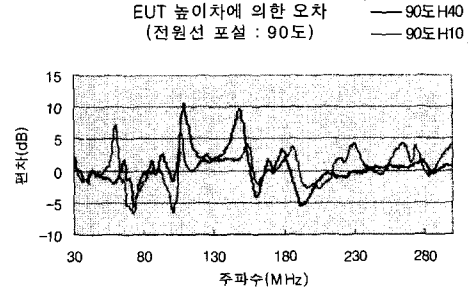
야외 시험장에서 7.5 m 길이의 전선만을 배치하고 흡수 클램프로 측정된 결과 [그림 4]와 같이 FM 방송대역의 레벨이 아주 높게 나타나 시험결과에 영향을 끼칠 것으로 예상되므로 모든 실험을 전자파 차폐실에서 측정하였다.

측정의 재현성을 위하여 EUT 대신 시험용 표준 잡음원을 이용하여 유사 전원선에 방해파를 공급하고 측정 조건 및 시험장 구성을 변화시키면서 측정된 결과 다음과 같은 결과가 측정되었다.

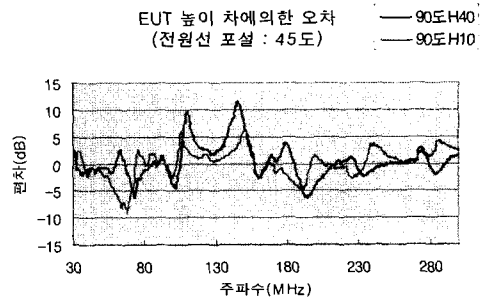
2-4-1 EUT설치 Table의 높이에 의한 영향(대형, 바닥 설치형 등을 고려)

Table 높이 80 cm를 기준으로 하여 40 cm와 10 cm로 바꾸어 가면서 비교 분석한 결과 60 MHz와 140 MHz 부근에서 가장 큰 오차를 보였으며 오차의 수준은 +11.5 dB ~ -9.0 dB 정도이다.

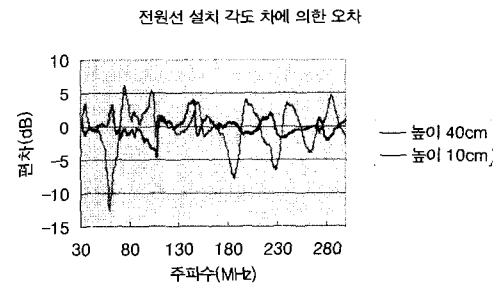
2-4-2 EUT로부터 Slide Way까지 유사 전원선의 포설 경로



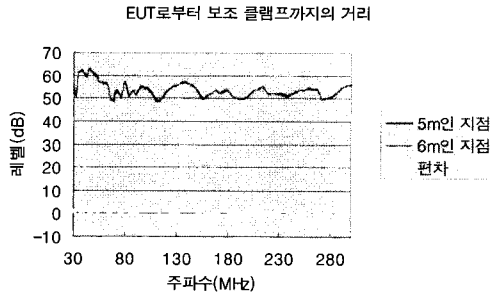
[그림 5] 전원선의 포설경로는 90° Table 높이를 80 cm를 기준으로하여 40 cm와 10 cm 비교한 실험치의 편차.



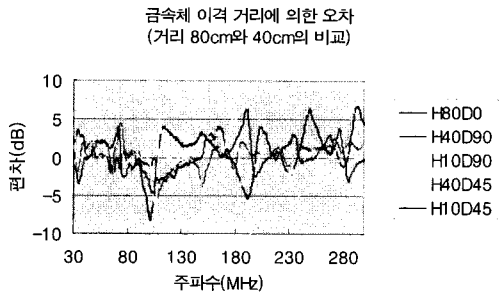
[그림 6] 전원선의 포설경로는 45° Table 높이를 80 cm를 기준으로 하여 40 cm와 10 cm 비교한 실험치의 편차.



[그림 7] EUT로부터 Slide Way까지 경사 각도를 90°와 45°를 비교한 실험치의 편차.



[그림 8] EUT로부터 보조 Clamp까지의 거리 5 m인 지점, 6 m인 지점과 비교한 실험치의 편차.



[그림 9] 유사 전원선을 설치하여 측정하는 위치를 금속물체로부터 거리 40 cm, 80 cm의 비교 실험치의 편차.

EUT로부터 Slide Way까지 경사 각도를 90°와 45°를 각각 비교 분석하였다. EUT의 높이가 높아지면, 오차가 적어짐을 알 수 있고 50 MHz~80 MHz에서 가장 큰 오차를 보였으며 오차의 수준은 +6.2 dB ~ -12.6 dB 정도이다.

2-4-3 보조 Clamp의 위치

EUT로부터 보조 Clamp까지의 거리 5 m인 지점과 6 m인 지점에서 각각 비교 분석하였으며 모든 구간에서 큰 오차를 보이지 않아 보조 Clamp의 위치에 따른 영향은 적은 걸 알 수 있고, 오차의 수준

: +1.7 dB ~ -1.4 dB이다.

2-4-4 측정 환경의 조건

유사 전원선을 설치하여 측정하는 위치를 금속물체(금속 벽면)로부터 거리가 40 cm, 80 cm가 되도록 설치하여 각각 비교 분석하였으며 100 MHz와 300 MHz에서 가장 큰 오차를 보였으며 오차의 수준은 +6.7 dB ~ -8.5 dB 정도이다.

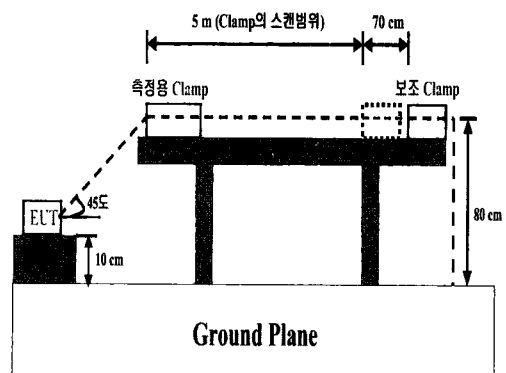
2-4-5 측정용 RF Cable의 포설 경로

이 실험은 측정오차에 대해 영향이 적은 관계로 실험을 하지 않았다.

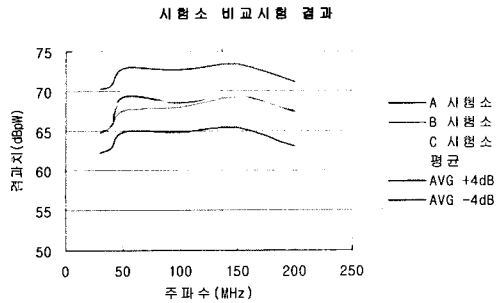
2-4-6 타 시험관의 측정 및 결과

오차가 발생하는 요인을 한가지의 방법으로 정하기 위하여 측정 환경 및 조건을 다음과 같이 정하고 그와 동일한 조건으로 동일한 표준 노이즈 소스를 이용하여 각기 다른 세 개의 시험기관에서 측정하였다.

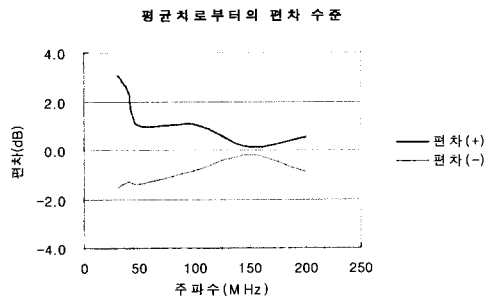
- 전자파 차폐실 내에서 측정
- EUT설치 Table의 높이: 10 cm



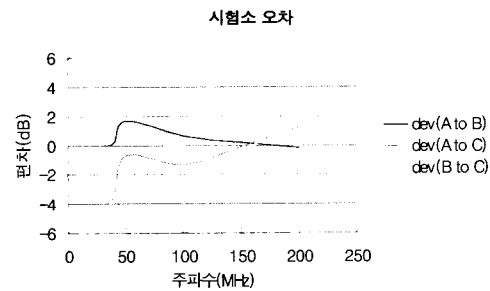
[그림 10] 타 시험소의 측정시의 시험장의 모습.



[그림 11] 타시험소와 편차.



[그림 12] 타 시험소의 평균치로부터의 편차 수준.



[그림 13] 타 시험소간의 오차.

- EUT로부터 Slide Way까지 경사각도: 45°
- 보조 클램프의 위치: 5.7 m인 지점
- 금속물체(금속 벽면)로부터 유사 전원선 설치 거리: 80 cm
- 흡수 클램프: 0~5 m를 스캔

3개 시험 기관에서 같은 표준 노이즈 발생기를 이용하여 동일한 방법으로 시험한 결과를 [그림 11]에 나타내었다. 평균치로부터 편차는 +2.7 dB ~ -2.9 dB 정도이고 그 결과를 [그림 12]에 제시하였고, 시험소간의 오차는 [그림 13]에 나타내었다.

상기의 결과로부터 시험방법의 일관성을 유지함으로써 시험소간의 오차를 개선할 수 있는 것으로 나타났다. 높은 주파수 대역에 비하여 낮은 주파수대에서 오차가 상대적으로 크게 나타난 원인의 조사를 위해 향후 추가적인 연구가 필요하다.

Ⅲ. 결 론

본 연구는 전원선에서 방사되는 EMI Noise의 측정에서 국내의 관련 규격의 시험환경, 방법 등이 명확하지 않아서 측정 결과에서 많은 편차가 발생하므로 그 편차의 원인을 분석하여 오차를 개선할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

본 연구의 시험결과 측정 환경의 차이와 분명치 않은 측정방법이 오차의 주요 요인임을 알 수 있고, 규격 내에서 이와 관련된 분명하지 않은 부분을 좀 더 명확히 정의하여야 한다. 오차의 요인으로 분석된 사항을 적절한 방법으로 통일시킨다면 ±12 dB 정도의 측정 불확도를 ±2 dB 이내까지 개선이 가능할 것으로 보여진다. 또한 각 규격에서 정하는 시험 환경이나 시험 방법이 일관성 있게 유지되도록 수정할 필요가 있다.

앞으로 급변하는 국제 표준화 동향을 분석하고 이에 근거한 외국의 관련규제에 능동적으로 대처할 수 있도록 해야 하겠고, 나아가서 우리나라의 관련 기술수준을 보다 선진화시키고, 관련 국제 표준화 활동에 국익을 반영할 수 있도록 이 분야 연구가 끊임없이 활성화되어야 한다.

참 고 문 헌

- [1] CISPR 13 : Limits and methods of measurement of radio interference characteristic of sound and television broadcast receivers.
- [2] CISPR 14-1 : Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus-Part 1 emission.
- [3] CISPR 16-1 : Radio disturbance and immunity measuring apparatus.
- [4] CISPR 16-2 : Methods of measurement of disturbance and immunity.
- [5] ANSI C63.4 : American National Standard for methods of measurement of radio-noise emissions.

김 남



1981년: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1983년: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
 1988년: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)
 1992년~1993년: 미 Stanford 대학 방문교수

2000년~2001년: 미 Caltech 연구교수
 1989년~현재: 충북대학교 전기전자컴퓨터 공학부 교수
 [주 관심분야] 전자파 해석, EMI/EMS, 전자파인체 영향, 전파 전파, 디지털이동통신

김 상 철



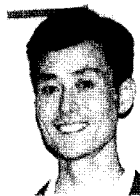
2001년: 충북대학교 정보통신공학과 (공학사)
 2001년~현재: 충북대학교 정보통신공학과 석사과정
 [주 관심분야] EMI/EMS, 전자파 인체 영향, 안테나 설계

박 성 욱



1986년: 전남대학교 화학공학과 (공학사)
 2001년: 단국대학교 전자공학과 (공학석사)
 1991년~현재: 전파연구소
 [주 관심분야] EMI/EMS

이 재 천



1990년: 한양대학교 전자통신학과 (공학사)
 1990년~현재: LG전자 품질센터 선임연구원
 [주 관심분야] 전자파규격