

**고속 전력선통신 운용현장의 전계강도 측정**

박 해수, 박 영진, 김 관호  
한국전기연구원

**Measurement of radiated emission of the spot using broadband PLC**

Haesoo Park, Youngjin Park, Kwanho Kim  
KERI

**Abstract** - 전력선통신 모델의 상용화를 위해 필수적인 내용이 사용 주파수 범위, 출력 신호의 크기, 타 통신 신호와의 간섭 등에 관한 규제 및 이에 관한 측정 방법의 규정에 관한 것이다. 주파수는 한정되어 있는 국가의 자원이므로 범위 마련 및 규제 완화에는 상당한 어려움이 있으며, 타 통신 신호에 대한 간섭성이 충분히 검토되어야 하는 것이다. 이러한 범규를 개정하거나 신설하기 위하여 실제 사용되고 있는 실증시험현장에서 누설전계강도를 측정하였다.

**1. 서 론**

현재 전력선통신 기술의 획기적 발전으로 상용화 시점에 와있다. 특히 1.7MHz~30MHz의 주파수를 사용하는 고속전력선통신 분야는 홈 네트워크 뿐만 아니라 초고속 인터넷 서비스가 가능한 정도이다.

그러나 우리나라 전파법은 2004년 말 개정되기 전까지 이 대역에서의 전력선통신 사용은 전파이용설비로 허가받아 실험만 가능하도록 되어있었다. 따라서 이러한 전파법과 하위 시행령 등을 개정하는데 다소나마 도움이 되고자 실증시험 장소인 창원과 제주에서 누설전계강도를 다양한 장소에서 측정하였다.

이러한 노력으로 2004년 말 전파법이 개정되고 현재 전파법 시행령이 개정되어 2005년 7월부터 상용화할 수 있을 것으로 생각된다. 이는 정보통신부, 전파연구소, 관련 업체 등과 협조하여 수년간 충분한 사전 검토와 확인 작업을 한 결과라고 할 수 있다. 본 논문에서는 실증시험사업이 행해진 창원, 제주, 대전, 서울 지역 중에서 창원과 제주 지역에서 누설 전계강도에 관한 측정 결과를 기술하였다. 본 논문에서 기술되는 측정 결과는 연구개발 과정에서 적절한 규격의 제품을 개발하기 위한 참고 자료임을 밝혀 둔다.

**2. 본 론**

**2.1 누설전계강도**

1.7MHz에서 30MHz대역에 전력선 통신에 의해 발생하는 방사성 전계 강도를 측정하기 위해 피 측정장치(DUT, device under test)가 동작하지 않는 경우(전파 잡음)와 동작하는 경우(PLC잡음)에 대하여 측정하였으며, 측정 포인트는 슬레이브 모뎀, 멀티마스터 모뎀, 커플링 점, 전선로 등으로 나뉘며, 옥내 및 옥외에서 각각 측정하였다. 그리고 슬레이브 모뎀 주변의 옥외에 대하여는 주간과 야간으로 구분하여 측정을 하였다.

본 전계강도 측정을 위해 사용된 장비 및 장치는 다음과 같다.

- EMC Analyzer E7402A : Agilent社
- Active Loop Antenna 6502 : EMCO社
- 안테나용 RF 10m 케이블
- 전자파계측장치 : PLC 신호나 각종 전도성 잡음의

EMC Analyzer의 전원선을 통하여 유입되는 것을 차단하기 위해 사용

측정 값은 침두치 검파기(peak detector)로 수행하였으며 이 검파 모드는 임펄스성 신호에 대하여 준침두치 검파기(quasi-peak detector)에 의한 측정 결과 보다 항상 큰 측정치를 나타낸다. 또한 측정 주파수 대역은 1.7MHz~10MHz, 10MHz~20MHz, 20MHz~30MHz, 그리고 HAM 밴드에서의 밴드 억압 효과를 확인하기 위한 6.5MHz~7.5MHz의 네 개의 대역으로 나누어 측정 하였다.

아래 표1에 대역별 EMC 아날라이저의 스위칭시간, 분해능 대역폭(RBW, Resolution Band Width), 그리고 비디오분해능대역폭(VBW, Video resolution Band Width)를 나타내었다.

표 1. 측정 주파수 대역별 관련정보

주파수대역	스위칭시간	RBW (CISPR-6dB)	VBW
1.7㎐ - 10㎐	233.6ms	9㎐	30㎐
10㎐ - 20㎐	281.4ms	9㎐	30㎐
20㎐ - 30㎐	281.4ms	9㎐	30㎐
6.5㎐ - 7.5㎐	28.1ms	9㎐	30㎐

그리고 측정에 있어 Active Loop Antenna의 주파수별 패터를 계측기에서 자동 보정하도록 하여 측정기에 수신되는 전계를 Maximum Hold 기능을 통하여 약 1~3분 동안 누적하여 그 결과를 데이터로 저장(~.csv 파일)하였다.

슬레이브 모뎀에 대한 옥외 측정은 모뎀이 설치된 방의 건물 벽으로부터 3미터 떨어진 거리에서 이루어졌으며, 슬레이브 모뎀에 대한 옥내 측정은 측정거리 3미터를 확보할 수 없는 경우가 대부분이며, 방사 잡음의 크기가 가옥내의 배선구조에 민감한 영향을 받으며 현장에서 DUT로부터 1m, 2m, 그리고 3m 떨어진 거리에서 각각 측정하여 그 값을 비교한 결과 세 경우의 결과가 모 두 큰 차이를 보이지 않아 DUT와 안테나의 거리는 수신되는 잡음의 크기에 별 영향을 주지 않는 것으로 판단하여 모뎀이 설치된 거실의 중앙부근에서 전계가 최대로 발생하는 방향을 찾아 측정이 이루어졌다.

멀티마스터에 의한 방사 측정은 마스터와 커플링이 같은 실내에 있는 경우와 분리된 경우에 대하여 각각 이루어졌으며 별도의 커플링 위치는 계단의 벽면에 있으므로 계단 폭의 한계로 1.2m 거리에서 측정하였다.

슬레이브 모뎀에 대한 측정에서 켜진(Modem ON) 상태는 컴퓨터를 이용하여 인터넷 YTN뉴스(200k or 56k)를 시청하는 상태이며, 반대로 Ambient는 모뎀의 전원

코드를 그대로 꽂아둔 채 모뎀의 스위치를 OFF시킨 상태를 의미한다.

## 2.2 옥내 측정

한 세대 내에서 한대의 PLC모뎀을 사용하며 거실의 공간이 넓고 그림1과 같이 모뎀이 한 모퉁이에 설치된 경우 내에서 3m를 중심으로 약 50cm 내외의 거리 변화에 의한 결과의 차이가 매우 적게 나타나고 안테나의 방향에 따른 차이가 크게 나타나는 점을 확인 하고 거실의 중앙에 안테나를 설치하고 최대 방사 방향을 찾아 측정하였다.



그림1. 옥내에서 슬레이브 모뎀에 의한 방사성 잡음 측정

그림2는 창원의 가동 106호에서 측정한 방사레벨이며, 그림3은 제주의 105동 102호에서 측정한 값으로 모뎀으로부터 3m 거리에서의 방사레벨이다. 여기서 맨 아래 파형은 Ambient와 모뎀이 켜진 상태의 차를 나타낸다.

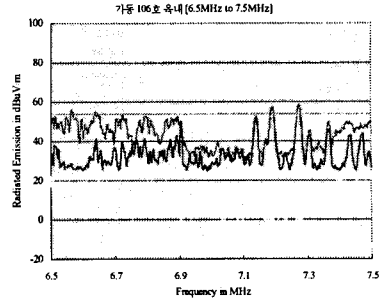
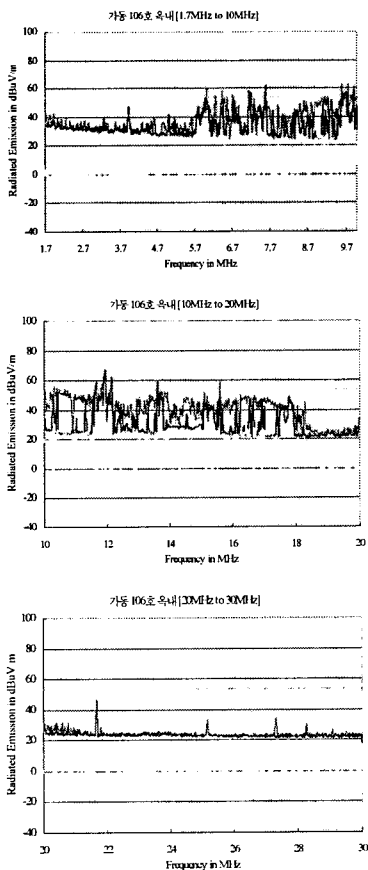


그림2. 옥내에서의 방사레벨(창원 가동 106호)

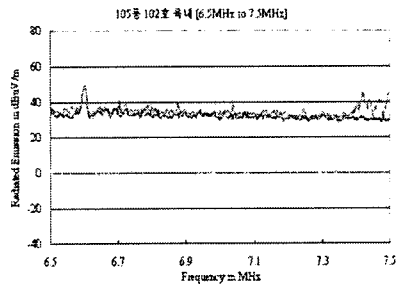
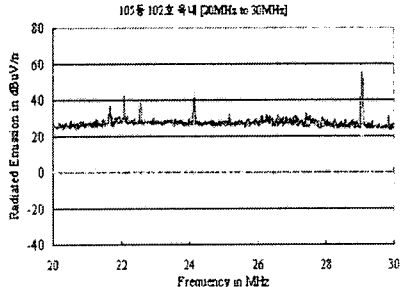
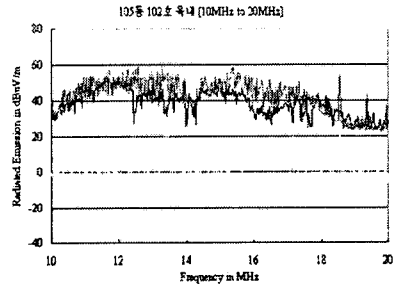
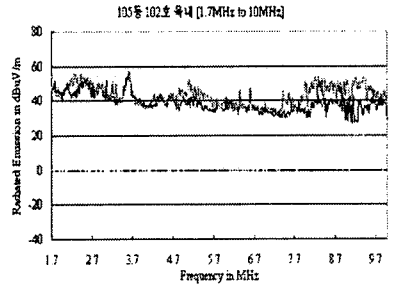


그림3. 105동 102호 옥내에서의 방사레벨 [모뎀에서 3m]

위의 측정결과에서 모뎀이 동작할 때의 전계강도가 미약전과 기준인 54dBµV/m 보다 크지 않은 것으로 나타났다. 파형에서 가끔 그 이상의 값이 나타나는 것은 그 주파수 대역에 있는 단파 방출으로 판명되었다.

### 2.3 옥외 측정

옥외 측정은 원칙적으로 사용자 소유의 경계구역으로부터 3m 거리에서 PLC에 의해 발생하는 방해파의 정도를 측정할 목적이므로 모델이 설치된 방파 가장 가까운 벽으로부터 바깥쪽으로 3m 거리에서 측정하였으며, 주간, 야간에 대하여 각각 측정한 결과 시간과 상관없이 사용자의 경계구역에서는 PLC사용에 의해 발생하는 전파 잡음은 상시 발생하는 전파 잡음보다 낮게 나타나는 것으로 나타났다. 그림4는 제주의 105동 103호의 옥외에서 야간에 측정한 값으로, 야간에는 주간보다 단파방송이 많이 송출되는 것을 볼 수 있으며, 전력선모뎀에 의한 전계강도는 특별히 안 보이는 것을 알 수 있다.

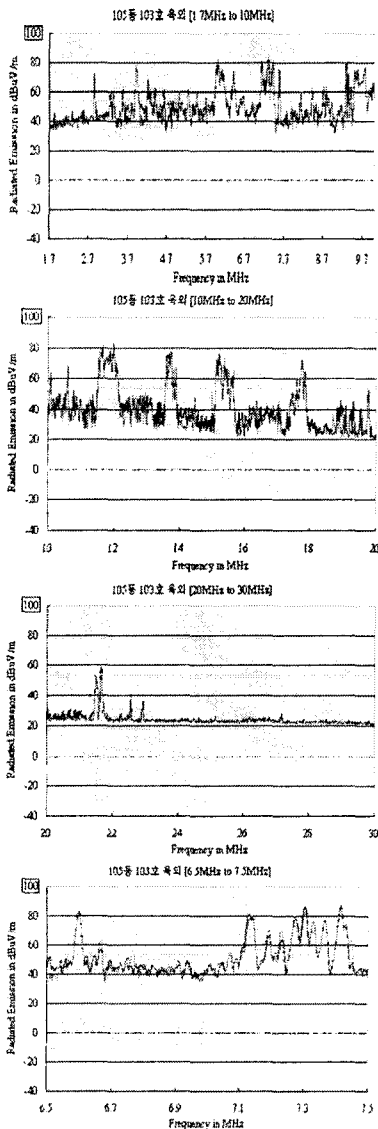


그림4. 105동 103호 옥외, 야간

### 2.4 커플링 및 마스터모뎀 측정

마스터모뎀과 커플링 장치가 서로 멀리 떨어진 조건으로 마스터에서 커플러까지는 UTP케이블로 연결되어 있다. 커플링 장치의 측정은 서로 다른 두개의 장소에서 측정하였으며, 커플링의 위치가 아파트의 계단에 있는 배전반으로 3m 거리에 안테나를 설치할 수 없는 환경이

므로 계단의 중앙이 되는 위치(1.2m 거리)에서 측정하였다. 그러나 금속성 재질의 계단 난간이 안테나에 근접하여 있으므로 측정 결과에 좋지 않은 영향을 미칠 것으로 판단된다.

마스터모뎀은 지하에 설치되어 있으며, 기본 측정거리인 3m를 확보 하는데 문제가 없지만 천정이 매우 낮고 배관 파이프 등이 설치되어 있어 측정 결과에 좋지 않은 영향을 미칠 것으로 판단된다.

측정 결과에 대해서는 지면관계상 실지 못하지만 그 값은 측정 환경에 따라 많이 다르게 나타났으며, 너무 가까운 거리에서 측정한 관계로 전력선통신 신호의 전계강도가 크게 보였다. 그러나 마스터모뎀은 거의 지하실에 위치하고 있어 타 기기에 영향을 미치지 않으며, 커플러에서는 전계강도가 옥내에서의 값과 유사하게 나타났다.

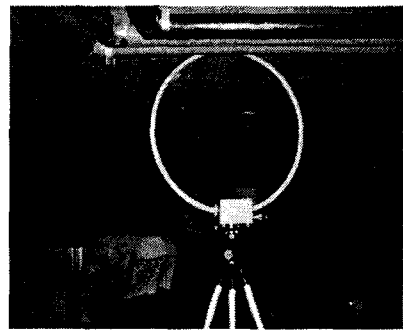


그림5. 108동 멀티마스터 측정

### 3. 결 론

지금까지 실제 운용중인 실증시험망(창원, 제주)에서의 전자파 환경조사(누설전계강도)에 관하여 측정한 결과를 기술하였다. 누설 전계강도의 경우 모델의 작동 여부에 따른 차이가 54dB#(500#@3m)를 넘지 않는 것을 확인하였으며, 이는 Open Site환경에서 측정을 행할 경우 규제치(전파법)인 54dBuV를 넘지않을 것으로 예상된다. 또한 전파법 개정전의 규정에 의하여 전파이용설비허가에 대한 준공검사에서도 규제사항(누설전계강도, 주파수 허용편차, 출력, 불요파)을 잘 만족하는 것을 확인하였다.

현재 이러한 현상에서의 전자파 환경 측정으로 2004년 12월 국회에서 전파법이 개정되어 사용주파수 대역을 30MHz까지 확장하고, 누설전계강도가 500#@3m까지는 허가받지 않고 상용화할 수 있도록 되었다. 또 곧 이에 따른 보호대역 등의 기준을 제시할 전파법 시행령 및 시험기준을 담은 정통부장관 고시가 시행될 것이다.

### [참 고 문 헌]

- [1]Agilent, Specification Guide-Agilent Technologies EMC Series Analyzers, 2001.
- [2]EMCO, Antenna Catalog, pp.45-51, 2001.
- [3]Agilent, Measurement Guide-Agilent Technologies EMC Series Analyzers, 2001.
- [4]David B. Gelselowitz, "Response of Ideal Radio Noise Meter to Continuous Sine Wave, Recurrent Impulses, and Random Noise", IRE Trans. On Radio Frequency Interference, May 1961.
- [5]E. Nano, "Correction Factors for Quasi-Peak Measurements with Spectrum Analyzer", Internation EMC Conference Record, Montreaux, pp. 156-161, 1975.