

전력선 통신 채널의 간접 잡음 측정에 대한 방안 연구

손현일, 오휘명, 이재조, 이원태, 김관호  
한국전기연구원 정보광응용연구그룹

A Study for Indirect Channel Noise Measurement in Powerline Communications

Hyun-Il Son, Hui-Myoung Oh, Jae-Jo Lee, Won-Tae Lee, Kwan-Ho Kim  
Korea Electrotechnology Research Institute Information & Optical Application Group

**Abstract** - 본 논문에서는 전력선 통신 채널의 간접 잡음 측정에 대한 연구를 하였다.

주위 환경에 의한 Noise 및 여러 통신매체에 의한 방해전파에 의해 전력선 통신 채널은 송신 측의 고출력 요구와 가능한 전력선 통신의 대역폭이 감소하는 악화된 통신환경을 보여준다.

이러한 Noise를 측정하는 방법은 Coupling Capacitor를 이용한 직접 측정 방식과 이동 측정 장치를 이용한 간접 측정 방식이 있다. 전자는 광범위한 측정지역과 측정장비의 설치 등에서의 번잡함으로 효과적인 Noise 측정이 어렵다.

본 논문에서는 두 가지 방식의 Noise 측정 결과의 비교 및 검토를 통해 이동 측정 장치를 이용한 방식의 장점과 보완할 점을 검토하였으며, 특히 직접 측정 방식과의 결과 값의 차이를 보정할 수 있는 상관관계 분석의 필요성을 고찰하였다.

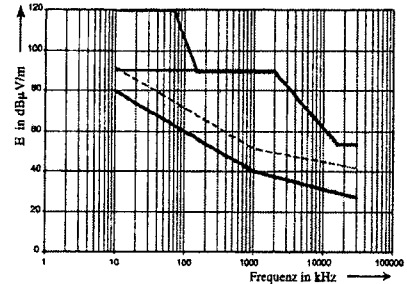


그림 1. 독일의 전자파 허용기준

(Nebenbestimmung 30)의 기술적 조건 : 피설업체로부터 3m 거리 이격, 측정시 약 40dBµV/m 이하)을 만족시키도록 하기 위한 시스템 구축에 활용된다.

1. 서 론

전력선통신은 전력선을 매개로 하여 데이터를 전송하는 디지털 데이터 교환 수단이다. 또한 정보교환에 있어서 독점적 역할을 했던 전화선 통신의 대안으로 각광을 받고 있는 통신방식이다.

실제로 1990년에 들어 디지털 정보통신기술의 발전을 토대로 고속, 대용량의 정보교환을 할 수 있는 전력선통신이 가능해졌고, 또 일부 국가에서는 상용화가 이루어지고 있다.

전력선통신은 통신을 위한 매체로서 전력선을 사용하므로 새로운 신호선의 가설은 필요 없으나, 전력선은 전력을 안정적으로 공급하기 위해 설치된 수많은 전기기구를 내포하고 있는 설비이므로, 전기기구에서 발생하는 Noise 및 안테나역할을 하는 전력선을 타고 들어온 외부 환경에 의한 Noise에 영향을 받으며, 많은 전기설비에 의한 신호감쇄도 고려해야 하는 여러 어려움이 있다.

전력선 통신 시스템은 이동통신 기술에서 사용했던 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing : 직교 주파수 분할 다중)방식으로 30MHz이하 대역에서 이루어지는 채널환경측정, 채널모델링, 시스템디자인을 통해 이루어지고 있다.

본 논문에서는 22.9kV의 고압배전선을 통신수단으로 사용하기 위한 기초연구로서 사용주파수대역의 채널환경 측정중 Noise측정에 대한 방안을 모색하였다.

Noise측정방안은 무선, 유선의 두 가지 방법으로 측정하였으며, 그 측정장소로는 한국전기연구원 전기시험연구소 산하 고속전력선통신망시험장, 청계산 덕장지선에 설치된 고압배전선 실증시험장이다.

본 연구는 전력선통신의 사용 채널환경에 영향을 미치는 배전망내의 Noise를 측정하여 낮은 SNR(Signal to Noise Ratio)문제를 극복하기 위함이며, 더불어 정보교환시 발생하는 전자기파를 측정하여 30MHz까지의 고주파대역의 사용을 허용하는 법령 (예를 들어, 독일의 NB30

2. Noise 측정방법

전력선, 특히 배전선은 22.9kV를 비롯한 고압전압이 흐르고 있으며, 인축의 접촉시 치명적인 피해를 입을 수 있다. 그러므로, 배전선에 대한 직접적인 통신환경측정은 실험장비 뿐만 아니라 실험자에게까지 안전을 보장할 수 없으며 위험하다.

따라서 본 논문에서는 실험자에게 안전하며 효과적인 배전선에 대한 통신환경 측정, 특히 Noise측정의 두 가지 방법을 제시하고자 한다.

2.1. Coupling Capacitor를 이용한 Noise측정

Coupling Capacitor를 사용하여 계측기와 전력선을 접속하여 측정하는 방법이며, 그림 2와 같이 구성된다.

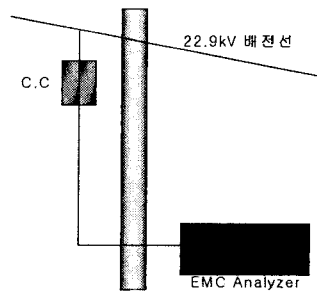


그림 2. Coupling Capacitor를 이용한 Noise측정 개념도

한국전기연구원에서 제작한 Coupling Capacitor는 Power Frequency인 60Hz대역을 제거하는 Filter역할을 하여 전력은 영향을 미치지 않고, 신호만을 전송하여 주도록 설계된 전력선통신설비이다. Coupling Capacitor의

전송특성은 그림 3과 같으며, 전력선 혹은 계측기에서 보내는 신호는 고압배전선선망을 이용한 고속전력선통신의 사용 주파수인 1~30MHz대역에서 약 1~3dBm의 신호 감쇄만으로 전달된다.

이와 같은 Coupling Capacitor의 1차측에 배전선에서 끌어낸 전선을 접속하고 2차측에 케이블을 경유하여 EMC Analyzer등 계측기에 연결하며 측정하는 방법이다.

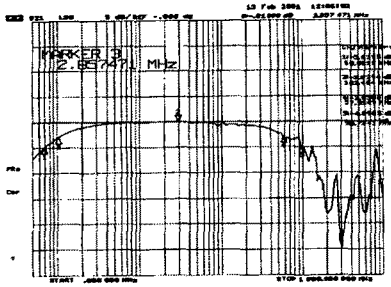


그림 3. Coupling Capacitor의 전송특성

그러나, 이와 같은 방법을 사용할 경우 배전선에 존재하는 신뢰도 높은 Noise를 파악할 수 있다는 장점이 있으나, Coupling Capacitor, Cable의 설치 등 측정을 위한 준비가 많이 필요하다는 단점이 있다.

### 2.2. 이동측정장치를 통한 공간 Noise 측정

이동용 측정장치를 사용하여 충분한 안전거리를 확보하여 측정하는 방법이며, 그림 4와 같이 구성된다.

그림 4와 같이 배전선에서 약 10m 떨어진 지점에 있는 안테나를 배전선을 따라 이동시키면서 전력선을 통해 나오는 Noise나 대기중의 Noise를 측정하는 방법이다.

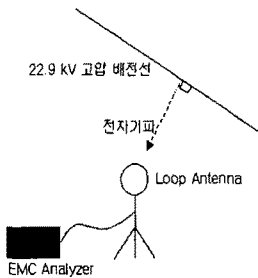


그림 4. 이동측정장치를 통한 공간 Noise 측정 개념도

전력선에 존재하는 Noise들은 배전망 자체에서 발생하는 개폐기의 개폐, 스위칭작용 등의 요인으로 인해 발생하는 Noise들도 존재하지만, 공간 중에 전파되는 신호들이 안테나역할을 하는 전력선에 타고 들어가서 나타나는 Noise가 대부분이다. 따라서 공간 Noise 측정방식은 전력선에서 측정된 Noise와 전력선주위 혹은 전력선과 이격된 공간에서 측정된 Noise가 유사한 패턴을 보인다는 특성을 이용한다.

이와 같은 방법을 사용할 경우 배전선주위의 공간 Noise를 쉽게 알 수 있다는 장점이 있으나, 실제 배전선상의 Noise와 공간 Noise 사이의 상관관계의 해석이 부가적으로 필요하다는 단점이 있다.

## 3. Noise 측정결과

Noise의 측정은 한국전기연구원 전기시험연구소 배전시험장, 경기도 의왕시 청계동 덕장지선에서 진행되었다.

### 3.1. 한국전기연구원 배전시험장 Noise 측정

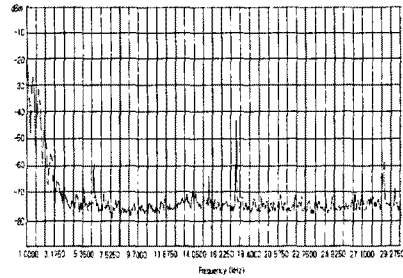


그림 5. Coupling Capacitor를 이용한 Noise 측정 결과 (전기시험연구소 배전시험장)

그림 5는 한국전기연구원 전기시험연구소 배전시험장에서의 Noise 측정결과이다. 전 대역에 걸쳐서 비교적 작은 Noise가 검출된 것은, 배전시험장이 배전선로만을 매우 단순하게 모델링하였기 때문에 실제 수요지에서 발생하는 부하의 증가가 고려되지 않았고, 또 배전시험장의 위치 또한 주위의 건물로 차폐되는 등 특별한 Noise 발생원이 없는 환경이기 때문이다.

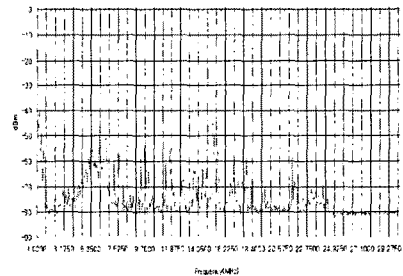


그림 6. 이동측정장치를 통한 공간 Noise 측정 결과 (전기시험연구소 배전시험장)

그림 6은 배전시험장 주변에서 이동측정장치를 이용하여 측정한 결과이다. Coupling Capacitor를 이용하여 측정한 결과와 비교할 때 많은 대역에서 큰 Noise들이 검출되었다. 이러한 결과의 원인은 공간 중에 존재하는 항공신호, 방송신호, 아마추어 무선 신호 등, PLC 통신을 위한 주파수 선점에 의한 간섭 신호가 Noise로 측정되고

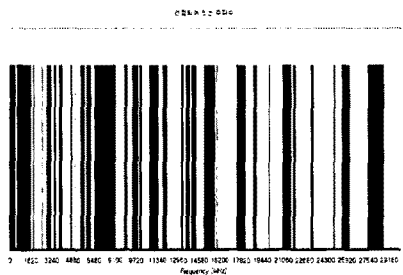


그림 7. 선점되어 있는 주파수들

있는 것이다. Coupling Capacitor를 이용한 측정 결과와 다소 격차가 있는 것은 Noise 측정이 차폐된 배전망 상에서 이루어졌기 때문이다.

그림 7은 주파수를 선점하고 있는 신호들의 대역이다. 이 대역에서 신호를 송수신하고 있으면 공간Noise로서 감지되고 있는 것이다.

### 3.2. 덕장지선 Noise 측정

경기도 의왕시 청계동 덕장지선에 설치된 한국전기연구원 배전시험장은 수용가로 배전되는 약 5km의 배전선로로서 5개의 지점에 Coupling Capacitor를 설치하여 Noise, SNR 및 Attenuation을 측정하고 있다.

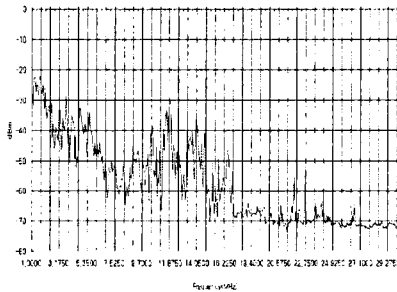


그림 8. Coupling Capacitor를 이용한 Noise 측정 결과 (덕장지선)

그림 8은 덕장지선의 전력선 Noise를 Coupling Capacitor를 이용한 방식으로 측정한 결과이다. 이 덕장지선은 전력을 수용가에 배전하는 선로로서 17MHz이하 대역에서는 많은 Noise가 검출되고 있다. 이것은 자체 배전망 Noise뿐만 아니라 차폐되지 않은 공간에서 안테나 역할을 하는 여러 기기 및 배전선에 의해 공간상의 Noise가 배전망으로 유입되어 측정된 것이다.

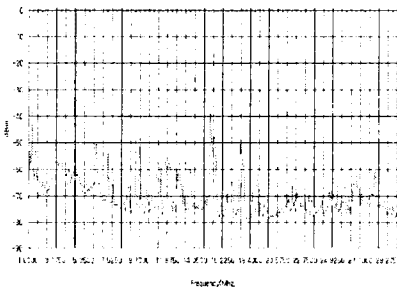


그림 9. 이동측정장치를 통한 공간 Noise 측정결과 (덕장지선)

그림 9는 덕장지선 주위를 이동측정장치를 이용하여 측정한 공간 Noise이다. 이 공간 Noise는 주로 선점하고 있는 주파수들에 의해 만들어지는 Noise들이며, 일부 배전선에서 방사되는 Noise가 10m의 이격거리로 인해 감쇄된 상태에서 감지된 것을 포함한다. 따라서 전체 Noise 수준은 그림 8의 결과와 같이 Coupling Capacitor를 이용한 방식으로 측정된 것에 비해 평균 10dB 정도 낮게 나타난다. 그러나 peak치들이 존재하는 주파수들은 동일한 패턴을 보인다. 결과적으로 공간 Noise 측정 방식이 두 가지 측정 방식 사이에는 분명한 상관관계가 있으며, 이에 대한 적절한 상관관계 분석이 요구된다.

## 4. 결 론

전력선통신의 환경측정 중 Noise측정 방법으로 두 가지를 제시하였으며, 이 두 가지가 방법 모두 장단점이 있음을 확인하였다.

배전선에 존재하는 Noise는 많은 부분이 공간 Noise이며, 배전망 자체의 Noise는 채널 Noise 수준의 증가에 영향을 준다. 따라서 이를 이동용 측정장치를 통해 측정할 경우 Coupling Capacitor를 이용하여 직접 측정한 결과와 비교할 때 그 상관성을 확인할 수 있었다.

차후 채널 Noise를 간접적으로 보다 편리하게 측정할 수 있는 공간 Noise 측정 방식이 적용되고 보다 신뢰성 있는 채널 Noise 측정이 이루어지기 위해 직접 측정방식의 결과와의 상관관계 분석에 대한 연구가 요구된다.

### (참 고 문 헌)

- [1] Klaus Dostert, "EMC Aspects of High Speed Powerline Communications", Proceedings of the 15th International Wroclaw Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility, June 2000, pp. 98-102, 2000
- [2] Klaus Dostert, "RF-Models of the Electrical Power Distribution Grid", ISPLC, March 1998, pp. 105-114, 1998
- [3] Philips, H, "Performance Measurements of Powerline Channels at High Frequencies", ISPLC, March 1998, pp. 229-237, 1998