

고속 전력선통신을 위한 중전압선로의 방사전자파측정 및 분석

°김선효 · 이영철* · 신철재**

°거창기능대학. *경남대학교. **아주대학교

E-mail : shk@kopo.or.kr

Emissive Electromagnetic Field Measurement and Analysis for High Speed PLC on Medium Power Line

Seon-Hyo Kim · Young-Chul Rhee* · Chull-Chai Shin**

Keochang Polytec College. *Kyungnam University. **Ajou University

요약

본 연구에서는 22.9KV 중전압 삼상 배전선로에 9KHz-30MHz의 주파수를 반송파신호로 인가하였을 때 나타나는 방사전계를 측정하였다. 중 전압 통신채널을 대지귀로방식으로 디지털신호를 인가하였으며 3m와 10m범의 표준 방사전계 측정법을 적용하였다. 삼상 배전선로에서 단일신호 보다 다중신호전송에서방사전력이 우수함이 나타내었으며 다중전송신호의 세기를 20dBm로 하였을 때 1.8Km 까지 전송가능함을 확인하였고 반송주파수 30MHz에 대하여 10m 측정범으로 방사전계를 측정하였더니 40dBu/m임을 확인하였다.

Key words : PLC(Power Line Communication)

I. 서 론

무선통신의 발전은 보다 높은 주파수를 이용하는 기술과 광대역 통신의 발전으로 진행되고 있으나 전력선을 이용한 통신에서는 수 백 kHz에서 수십 MHz의 반송파를 사용하여 신호를 전송할 수 있는 장점이 있다. 그러나 전력선은 주파수가 60Hz인 전력의 공급을 목적으로 하기 때문에 주파수가 낮아 선로의 특성 임피던스나 감쇠상수, 위상정수 등 선로의 전파상수와 같은 선로정수가 규정되어 있지 않다. 또한 선로 상수가 불규칙적으로 변동하게 되어 주파수에 대한 선택적 페이딩이 발생하게 된다. 그리고 각종 전기·전자기기로부터 발생하는 불요 전자파가 전력선에 유입되어 잡음 특성을 갖게 한다. 그러므로 전력선을 이용한 통신에서는 이러한 장애를

극복할 수 있는 통신방식 기술이 요구되며 이에 대한 표준화의 연구가 진행되고 있다^[1]. 고속 전력선 통신방식은 전통적인 저속용 통신방식에서 사용되던 협대역 아날로그 방식에서 벗어나 광대역의 멀티채널 방식의 수 Mbps급의 고속방식으로의 개발이 가능함에 따라 사용 주파수대도 전파관리법에서 규정한 450 kHz이하 대에서 수십 MHz대의 단파대역으로 확장되고 있다^[5]. 이에 따라 이러한 전력선 통신 기술이 기술적 안정화와 신뢰성을 가지기 위해서는 이미 규정화되어 있는 사용주파수대에서의 타 전자파 이용설비와의 전자 환경성 문제들이 이론적 및 실험적으로 분석되어 전력선 통신 사용환경의 대안을 제시하여야 한다. 본 연구에서는 이러한 전력선 통신 표준화로 제시될 수 있는 전파환경 연구가 필

결합장치(CD;coupling device)로서 구성하였으며 그림4에서와 같이 대지키로(WTG:wire-to-ground)채널을 형성하고 중앙선로에 SD와 RD 및 CD를 연결하였다.

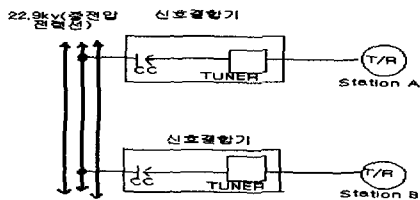


그림4. 22.9KV 전력선망의 구성도

그림4와 같이 송수신부를 구성한 다음 전자파 특성 측정은 부하를 최소화 할 수 있는 옥외 시험장에서 실시를 하였으며 옥외 측정은 CISPR 16규격에서 3m 법과 10m 법을 기준으로 측정을 하였다. 측정에 필요한 주요 계측기는 EMC 분석기 (E7402A : 9KHz-3.0GHz:HP 社), 신호발생기 (33250A: Agilent 社), 및 Active loop 안테나(6502 : 10KHz-30MHz D=60Cm : EMCO 社) 등이다. 측정에 사용된 중 전압용 선로는 ABBNA2XS(FL)으로 단심코어케이블 형태로 내경 12mm²의 단면적인 알루미늄이며 폴리 티렌으로 절연되어 있으며 외부 차폐동판은 16mm²이다. 측정시 EMC분석기의 정확한 측정을 위하여 별도의 차광 충전용 배터리 전원을 사용하였다. 측정은 준침두치 값으로 측정을 하였으며 주파수 범위는 30MHz 이하로 하였다. 그림 5은 측정에 사용된 루프안테나의 사용각도에 따른 방사량의 크기를 측정한 것으로써 0° 와 180° 에서는 방사량이 크며 90° 와 270° 에서는 현저히 적어짐을 볼수가 있다. 특히 통신신호가 전송되지 않을때보다 0-30MHz의 CW 신호가 전송될 경우에 큰 값을 볼수가 있다. 그리고 7.5-22.5MHz 사이의 16채널을 이용한 다중송신신호(Multi-tone)를 전송하는 경우에는 10MHz 에서의 측정값에서는 안테나 각도가 0도인 경우 10dBuV 이상의 차이가 발생함을 볼수가 있다 그림 6-a 와 그림6-b 는 22.9kV 중 전압전력선에 통신신호를 송신하지 않을 때 와 9kHz-40MHz 의 CW 신호를 20dBm의 크기로 송신했을 때의 전자파 특성을 3m법에서 측정한 것으로써 약 20dBuV/m의 전계강도 차이가 발생함을 볼 수가 있다.

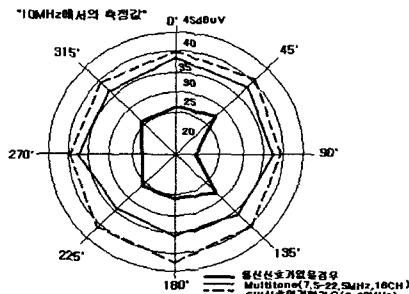
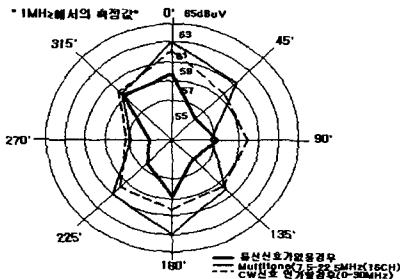


그림 5. 안테나 각도에 따라 측정된 방사패턴

그림6-c 과 6-d PSK 변조방식을 사용한 단일 송신신호(16MHz)를 20dBm의 크기로 인가했을 때 전자파 특성과 다중 송신신호(16채널 7.5-22.5MHz)를 20dBm의 크기로 인가했을 때의 전자파특성을 10m법으로 측정한 것으로써 다중 송신신호일 경우에 방사되는 전자파 특성이 우수함을 알 수가 있다. 거리별 측정에서는 10m 측정법으로 할 경우 송신 점에서 240m 떨어진 곳에서는 전계강도의 차이가 5dBuV/m 가 발생함을 볼 수가 있었으며 송신 점에서의 신호크기가 0dBm 일 때와 20dBm의 경우에는 3m 측정법으로 할 경우 10dBuV/m의 차이가 발생하였다.

V. 결 론

본 연구에서는 중 전압 전력선을 이용한 통신채널의 전자파 특성결과 다중 송신신호로써 20 dBm의 신호크기로 전송할 경우 송신거리는 약 1.8 km 거리까지 송신이 가능하며 방사전자파는 30MHz에서 40dBuV/m의 전계강도 크기를 보였다. 단일 송신신호와 다중 송신신호를 동일세기로 전송할 경우에는 방사전계는 다중 송신신호일 경우에 방사되는 전자파 특성이 우수하므로 데이터 전송에는 다중신호 방식을 이용하는 것이 좋다고 생각된다. 현재 성공적으로 개발되고 있는 전력선 통신기술을 육성하기 위해 주파수 및 출력 제한 (EMI/EMC) 등의 법적 규정을 빠른 시일 내에 개정하고, 앞에서 살펴본 유럽, 미국 그리고 일본에서 마련된 전력선 통신의 표준을 면밀히 검토하고 시험하여 우리 나라 여건에 맞게 표준을 만들어야 할 필요성이 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Manfred Zimmermann, Klaus Dostert, "A Multipath Signal Propagation Model for the power line Channel in the High Frequency Range," (ISPLC 2000)
- [2] S. Cristina , M. D'Amore, "Electromagnetic Interference from Digital Signal Transmission on Power line Carrier Channels," IEEE Tranaction on Power Delivery, Vol. 4. No. 2 April 1989. pp.898-905.
- [3] D. Chaffanjon, G. Duval, M. Meunier and A. Pacaud, "Differential and Common Mode Propagation in PLC Low Voltage Networks," IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 14, No. 2, April 1999. pp.327-334.
- [4] Christian Hensen, Dr. Wolfgang Schulz, Sascha Schwarze, "Characterisation, Measurement and Modeling of Medium Voltage Power-line cables for High Data Rate Communication," (ISPLC '1998), pp.123-132
- [5] Holger philipps, "Performance Measurements of Power line channels at high frequencies," (PLC'98) pp 229-237
- [6] M. Botha, A. Burger, "Measurement of EMI in PLC Circuits," (ISPLC1999) pp.323-326.

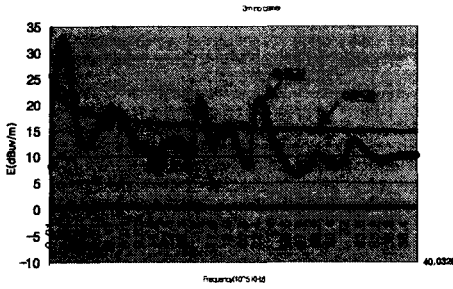
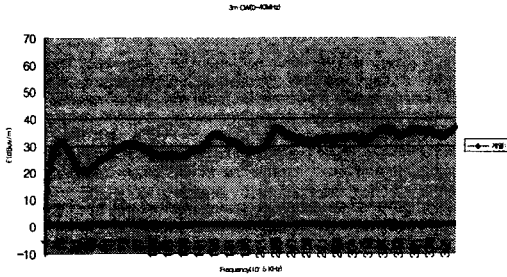
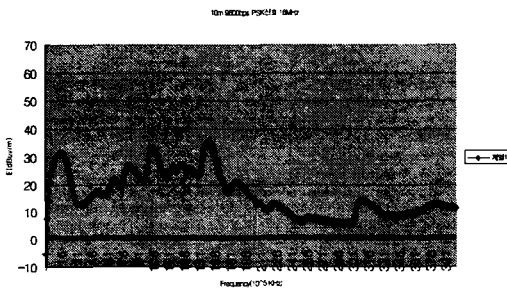


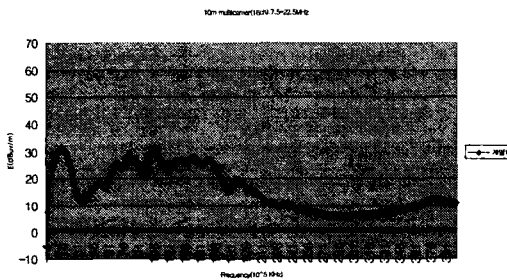
그림6-a 옥외용(중 전압) 전력선의 전계강도(3m법)
(통신신호가 없을 경우)



그림(6-b) 옥외용 CW(9KHz-40MHz) 전계강도(3m법)



그림(6-c) PSK(9600bps) 단일신호에서의 전계강도(10m법)



그림(6-d) Multicarrier(16ch)에서의 전계강도(10m법)
그림 6. 방사 전자파 특성곡선

요하게 됨에 따라 이를 위한 22.9KV 삼상전력선 통신채널에 주파수 30MHz 이하의 반송파신호를 인가하였을 때 제시된 전자파 표준측정법으로 방사전계를 측정하고 분석하였다.

II. 전력선채널을 위한 방사전자 동향

전력선의 전자파특성은 장해전자파의 크기를 측정하여 장해 전자파의 특성을 파악하여야 한다. EMC의 기본적인 전자파장해경로의 분류는 방사성 방출(Radiated Emission), 방사성감응(Radiated Susceptibility), 전도성 방출(Conducted Emission), 전도성 감응(Conducted Susceptibility)이 있으며 전력선통신을 위한 전자파 장해는 방사성 방출이 주요한 문제가 될 수가 있다. 방사성의 장해전자파를 측정하기위한 야외 시험장의 조건은 ANSI C 63.2 와 CISPR 16을 기준으로 하며 외부 전자파 잡음이 적고 주위에 전자파 반사물이 없는 아주 넓은 장소에서 이상적인 반 무한공간이 되도록 하여야 한다. FCC 규격에 규정된 야외시험장은 피측정기(DUT)와 수신안테나 사이의 거리는 3m, 10m, 30m 의 3 종류의 규격이 있으며 주로 옥내에서는 3m범이 사용되며 옥외에서는 10m 범이 사용되고 전자파 잡음레벨이 큰 특수한 경우에만 30m 범을 사용한다. 자계강도(H) 측정시 주파수 30MHz 이하에서의 측정에서는 영점 조정된 루프 안테나는 측정물로부터 규정된 거리에서 수직으로 위치해야 하며 회전시켜 최대응답신호가 확인되면 그때의 측정값으로 한다. 전력선 통신을 함에 있어 전송 신호가 기타 다른 전기, 전자기기에 미치는 영향을 고려하여 전송전력과 대역폭을 세계 각국에서 규제하고있다. 미국의 경우 FCC(Federal Communication Commission) 라는 규정안을 만드는 단체에서 표준화 작업을 하고 있으며 적용 규정안은 FCC part 15이다. 현재Home plug에서 진행중인 방사 제한값은 그림1과 같다. 독일의 경우 30 MHz 이하의 대역폭 사용을 허락하는 대역폭 배분계획 시행령인 대역폭의 공동이용과 NB30 시행령이 통과되었다. 전력선 통신도 NB 30 을 만족하면 상용화 할 수 있는 기준이 제시되었으며 영국은 RA(Radio-communication Agency)에서 MPT 1570이라는 방사 제한치와 측정 규정안을 제안했으며 그림 2에서 NB 30의 경우 3 m 거리에서

피크 검파기를 이용하여 측정된 값이고, MPT 1570 의 경우 1m 거리에서 피크 검파기로 측정된 값이다 일본의 경우 Echonet이라는 단체에서 전력선 통신의 규정을 다루고 있으며 방사 제한값은 그림 6과 같다.

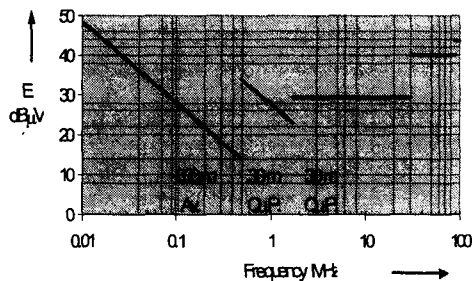


그림 1. 방사제한값(미국 FCC part 15)

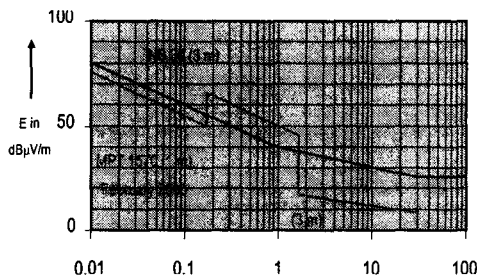


그림 2. NB30 과 MPT1570 의 방사제한값 비교

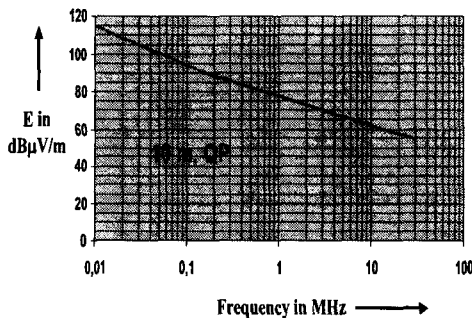


그림 3. 일본의 방사 제한값.

III. 중전압 통신채널 방사전자파측정

삼상전력선을 전송채널로서 이용한 디지털 정보전송시스템은 신호전송부(SD:sending device)와 신호수신부(RD;receive device)에 광대역특성을 나타내는