

22.9kV 중 전압 전력선 통신을 위한 금속귀로 채널과 대지귀로 채널의 특성분석

정희원 김선효*, 이원태**, 이영철***, 신철재****

A Characteristic Analysis of the Wire to Wire and Wire to Ground Channel for PLC on 22.9kV Medium Voltage Power Line

Seon-Hyo Kim*, Won-Tae Lee**, Young-Chul Rhee***, Chull-Chai Shin**** *Regular Members*

요약

본 연구에서는 고속 전력선통신을 위하여 표피효과를 고려하여 전력선 전송 파라메타를 구하였으며 22.9kV 전력선에 대하여 0~30MHz의 주파수에서 금속귀로(WTW)채널과 대지귀로(WTG) 채널을 중심으로 채널 특성을 비교 분석하였다. 중 전압전력선채널에 대하여 고주파개념을 이용한 산란계수를 적용하여 선로의 특성임피던스 관계식을 구하였으며 무 부하에 대한 22.9 kV 전력선 임피던스 측정값과 비교하였다. 측정결과 금속귀로채널의 임피던스는 15MHz 이하에서 80~400 Ω 을 보였으며 15MHz 이상에서는 50~180 Ω 을 보였다. 대지귀로채널은 15MHz 이하에서는 100~500 Ω 을 보였으며 15MHz 이상에서는 70~240 Ω 을 나타내었다. 신호감쇠는 20MHz이하에서는 금속귀로 채널이 대지귀로채널보다 15dB정도 우수함을 보였으나 20MHz 이상에서는 동일함을 보였다. 22.9kV 전력선에서의 고속 전력선 통신을 위하여 선로는 표피효과를 고려한 전송 파라메타의 특성을 구해야 하며 중 전압선로의 주파수특성과 데이터 전송비에 따라 전력선채널을 선택할 수 있음을 제시하였다.

ABSTRACT

The power line transmission parameters with skin effect for high speed PLC was presented and the medium voltage(22.9kV) power line channel characteristics on the wire to wire(WTW) and wire to ground(WTG) at the frequency range from 0 to 30MHz was compared. The characteristics impedance of a power line was presented using the s-parameter method with high frequency conception and compared the 22.9kV power line impedance value with the electricity not flowing. The results of the measurement was as follows- impedance was 80~400 Ω under 15MHz and was 50~180 Ω above 15MHz on the wire to wire(WTW). Impedance was 100~500 Ω under 15MHz and was 70~240 Ω above 15MHz on the wire to ground(WTG). Attenuation was 15dB greater on the wire to wire(WTW) than wire to ground(WTG) under 20MHz, and was the same above 20MHz. Finally, the power line has to be designed with the transmission parameter characteristics considering the skin effect for a 22.9kV high speed PLC. We suggested that the power line channel was to be chosen depending on the frequency characteristics and data transmission ratio.

Keyword: PLC(Power Line Communication)

* 거창기능대학 전자과(School of Electronics Engineering, Keochang Poly-tec College)

** 한국전기연구원 (KERI)

*** 경남대학교 정보통신공학부(Division of Information and Communication Engineering, Kyungnam University)

**** 아주대학교 전자공학과(School of Electronics Engineering, Ajou University)

논문번호: 020263-0604, 접수일자: 2002년 6월 4일

I. 서론

디지털통신 기술의 발전에 따라 한정된 대역에서 저가의 비용으로 많은 정보를 고속으로 전달시키기 위한 광대역 데이터통신의 기술이 발전되고 있으며 이에 필요한 전송 매개체의 선정 및 연구가 진행되고 있다^[1]. 전력선통신은 현재 광범위하게 사용중인 전력선을 이용하기 때문에 전력선에 전기신호와 통신신호를 동시에 전송시키는 것으로서 통신선로로서의 적용에 있어서 용이하므로 효율적인 데이터 전송 수단이다^[1]. 전력선을 통한 통신선로의 개발은 원격검침을 비롯한 홈 네트워크 등 여러가지 분야에 적용되고있는 추세이다. 향후 전력선통신은 인터넷을 이용한 선로로써 디지털 가전과의 홈 네트워크 등을 비롯하여 원격으로 모니터링 할 수 있는 장치와 같이 보안 서비스 분야까지 응용이 가능하므로 이러한 효율적인 전력선통신을 위해서 전력선의 채널특성을 이해하는 것은 무엇보다 중요하다. 전력선은 데이터 전송을 목적으로 만들어진 전송선로가 아니기 때문에 데이터 에러율, 회선과의 간섭, 잡음, 부하저항, RFI(Radio Frequency Interference) 등으로 인한 많은 변화가 발생 할 수도 있으며 전력선 통신에 필요한 채널특성의 중요한 파라미터는 채널상에서의 임피던스변화와 잡음특성에 의한 신호 감쇠 등이다^{[1][13]}. 그 중에서 전력선의 임피던스 특성은 주파수 변화에 따라 많이 변화 할 뿐만 아니라 측정위치에 따라 특히 전력선의 부하변동 등의 파라미터들에 의해 변화하며 대체로 그 값은 수 Ω에서 수십 kΩ까지를 보여주고 있다^[2] 110V 또는 220V의 저 전압용 전력선의 채널 특성에 관한 연구는 1973년에 처음으로 AC전력 출력단의 임피던스 측정에 대하여 연구결과^{[2][12]}를 발표한 것을 시작으로 주파수 500Khz에서 500Mhz의 범위에서 전력선 임피던스 측정 기술까지 제시되었다^[3]. 이들은 모두 전류 검침법으로 측정되었기 때문에 측정하는데 있어서 많은 어려움이 따르며 주파수가 높을수록 오차도 많이 발생할 수 있는 단점이 있다. 22.9kV를 이용하는 중 전압 전력선로의 분배망 방식은 공통접지가 없는 금속귀로 방식과 공통접지가 있는 대지귀로 방식으로 크게 분류할 수 있으며 송전방식에서 직류송전방식은 중성점 접지 2도체 방식을 사용하므로 금속귀로방식과 대지귀로 방식의 채널특성을 각각 확인하여야 하며 또한 수십 Mbps의 전력선 통신을 하기 위해서는 선로의 표피효과

까지를 고려하여야 한다^{[4][11]}. 중 전압용 전력선에서의 채널특성에 관한 연구는 대지귀로 방식에서 중 전압에서의 선로 특성을 측정하기 위하여 선로의 변수를 표피효과를 고려하여 계산하고 각 변수를 길이에 따른 R,L,G,C 값의 크기를 측정하여 선로의 감쇠상수와 임피던스를 계산하였으나^[4] 이 방법은 낮은 주파수에만(0~2MHz)적용할 수 있으며 높은 주파수에서는 측정이 불가능하므로 본 연구에서는 낮은 주파수에서 높은 주파수범위 까지 측정할 수 있는 RF신호의 입사파와 반사파의 관계를 이용한 산란계수법(s-파라메타법)을 이용하여 임피던스 크기를 금속귀로방식과 대지귀로방식에서 각각 측정하여 임피던스 크기 변화량을 주파수에 따라 상호 비교하고자 한다. 또한 금속귀로방식과 대지귀로 방식에서 전력선의 신호감쇠특성을 주파수에 따라 상호 비교함으로써 광대역 통신을 위한 중 전압 전력선로의 기준데이터 값을 확인하고자 할뿐만 아니라 전력선통신으로의 응용이 가능함을 보이하고자 한다. 이를 측정하기 위한 조건으로 완전 무부하 상태의 환경적 조건에서 전력선의 채널특성을 측정하였으며 그 결과를 분석하고자 한다.

II. 전력선 분배망과 표피효과를 고려한 중 전압 전력선의 특성

일반적으로 중 전압 전력선망(10kV~100kV)은 고 전압 전력선망(100kV 이상)과 저 전압 전력선망(0~10kV) 과의 사이에 연결된 것으로써 380V로 변환되어 각 가정으로 분배되어진다. 본 연구는 154kV를 22.9kV로 이를 다시 380V(220V)로 변환하는 과정에서 생기는 22.9kV의 중 전압 전력선로의 특성을 대지귀로 방식과 금속귀로 방식에서 각각 확인하고자 한다. 이들 구성방식은 그림 1 과 같으며 전력선통신을 위한 중 전압 전력선망의 일반적인 구성도는 그림 2와 같다^[6]

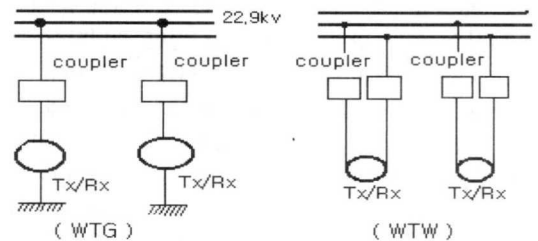


그림 1. 전력선망의 분류방식

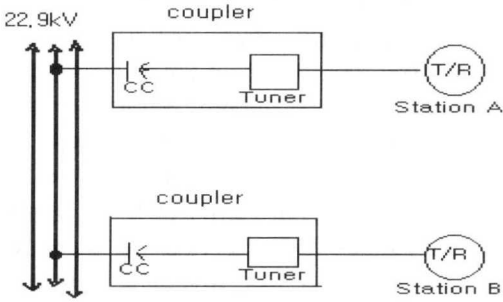


그림 2. 전력선통신을 위한 중 전압 전력선망의 구성도

중 전압 전력선로에서 많이 사용되고있는 단심코어 케이블인 경우 물리적 특성을 고려하여야 한다. 따라서 광대역 전력선 통신에서는 높은 주파수의 전송이 필요함에 따라 기존의 전력선 등가회로 및 파라메타에 전력선의 표피효과(Skin effect)를 고려하여야한다⁴⁾ 표피효과를 고려하지 않은 일반적인 중 전압 전력선의 등가모델은 π 형태로 그림 3(a)와 같이 나타낼수 있으며 단위 길이당 저항(R), 콘덕턴스(G), 인덕턴스(L), 그리고 커패시턴스(C)는 각각 다음과 같다.

$$R = \frac{R_s}{2\pi} \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{D} \right) \quad (1)$$

$$G = 2\pi \frac{\omega \epsilon_0 \epsilon_r}{\ln \frac{D}{d}} \quad (2)$$

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{D}{d} \quad (3)$$

$$C = \frac{2\pi \epsilon_0 \epsilon_r}{\ln \frac{D}{d}} \quad (4)$$

여기서 $R_s = (\pi f \mu_0 / \sigma)^{(1/2)}$ 이며 d 는 단심코어케이블의 내부직경이고 D 는 케이블의 외부 직경이다.

그리고 ω 는 각주파수, ϵ_r 는 도체의 유전율이며 R 는 단위길이에 대한 저항, L 는 단위길이에 대한 인덕턴스, G 는 단위길이에 대한 병렬 컨덕턴스 그리고 C 는 단위길이에 대한 병렬 커패시턴스이다.

기본 π -등가회로의 경우 기본주파수(60Hz)에 대한 필요한 특성은 용이하게 표현할수 있으나 비교적 높은주파수 대역에서는 길이에 따른 콘덕턴스나 저항은 주파수에 의존적인 함수이므로 콘덕턴스의 경우 주파수에 대한 유전체 손실분을 고려하여야 하며 저항의 경우 표피효과와 주파수의 관계를 고

려하여야 한다. 그림 3(a)는 중 전압 전력선의 π -등가회로 이며 그림 3(b)는 단위길이에 따른 콘덕턴스(G)를 무시한 확장된 전력선의 등가회로이며 그림 3(c)는 표피 효과를 고려한 등가회로이다.

그림3(b) 와 그림3(c) 에서 R_1, R_2, R_3, L_2, L_3 는 직렬저항 R 에 의한값이며 L_1 은 직렬인덕턴스 L 의 값으로 나타낸다. C_1, C_2, C_3, C_4 는 그림 3(a)의 회로에서 양측의 커패시턴 C/2 의 값을 나타낸다.

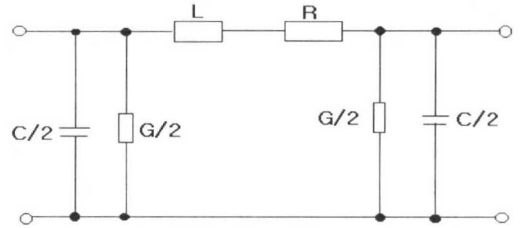


그림 3. (a) 중 전압 전력선망의 등가회로

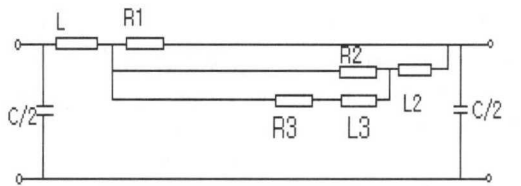


그림 3. (b) 확장된 중 전압 전력선망의 등가회로

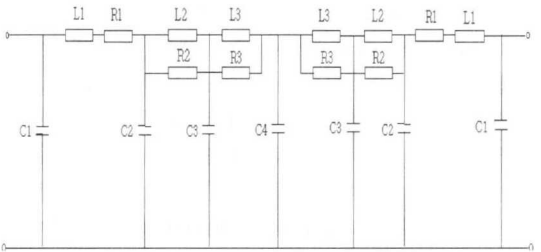


그림 3. (c) 표피효과를 고려한 중 전압 전력선망의 등가회로

표피효과를 고려한 중 전압 전력선의 단위길이당 저항(R), 콘덕턴스(G)는 다음과 같으며 인덕턴스(L), 그리고 커패시턴스(C)는 식(3) 식(4)와 같다⁴⁾

$$R = \frac{\rho_1}{\pi d t_1} + \frac{\rho_2}{\pi D t_2} \quad (5)$$

$$G = 2\pi \frac{\omega \epsilon_0 \epsilon_r}{\ln \frac{D}{d}} \tan \delta \quad (6)$$

여기서 D 는 단일코어 케이블의 외부도체 직경이고 d 는 내부도체의 직경이다. ρ_i 는 저항율이며 t_i 는 침투깊이이므로 다음과 같다.

$$t_i = \sqrt{\frac{2 \rho_i}{\omega \mu_0}} \quad (7)$$

일반적인 전송선로를 등가회로로 분석했을 때의 특성 임피던스 Z_o 와 전파상수 γ 를 표현하면 다음과 같다.

$$Z_o = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} \quad (8)$$

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} = \alpha + j\beta \quad (9)$$

III. 채널전달함수와 임피던스 특성

정합된 전송선로를 고려하여 전력원(송신부)에서부터 목적지(수신부)까지 전파 전달을 동등하게 간주하면, 길이가 l 인 선로의 채널모델은 그림 4와 같다^[5]

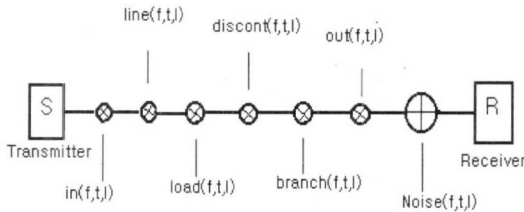


그림 4. 채널모델

그림 4에서와 같이 신호감쇠의 영향은 전력선 손실에 의해 발생하는 것으로써 주파수와 길이 및 다중경로 전파에 따라 달라지는 것으로 설명할 수 있다.

표 1. 전력선의 감쇠 파라메타

$in(f,t,l)$	결합기 입력에 의한 감쇠
$line(f,t,l)$	선로손실에 의한 감쇠
$load(f,t,l)$	부하량의 변화에 의한 감쇠
$discont(f,t,l)$	임피던스 불연속에 의한 감쇠
$branch(f,t,l)$	플러그 수량 변화에 의한 감쇠
$out(f,t,l)$	결합기의 출력에 의한 감쇠

일반적인 대지귀로 방식에서 정합된 전송선로를 고

려하여 전력원(송신부)에서부터 목적지(수신부)까지 전파전달을 동등하게 간주하면 길이가 l 인 선로에서 전달 함수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$H(f) = \frac{V(x=D)}{V(x=0)} = e^{-\gamma \cdot l} = e^{-\alpha(f) \cdot l} e^{-j\beta(f) \cdot l} \quad (10)$$

전력선 손실에 의해 발생하는 감쇠는 주파수와 길이 및 다중경로 전파에 따라 달라지는 것으로써 설명할 수 있다. 전파상수 $\gamma = \alpha + j\beta$ 에서 전력선의 감쇠 α 는 다음과 같이 표현할 수 있다^[6]

$$\alpha(f) = a_0 + a_1 \cdot f^k \quad (11)$$

여기서 a_0, a_1 는 감쇠 파라메타이고 k 는 감쇠상수로써 0.2~1 사이의 값이다. 전력선에 다중경로 신호가 전송되는 경우에는 신호가 지연되고 또한 감쇠가 발생하기도 하며 심할 경우에는 에코현상까지 발생하게 된다. 따라서 크기, 위상, 그리고 지연을 고려한 경로의 3가지 파라미터로 설정되어지기 때문에 N 경로를 가지는 전력선의 채널은 $3 \times N$ 개의 파라미터로 정의될 수가 있으며 크기, 지연, 위상을 갖는 이산 임펄스 응답으로 나타내어진다. 전력선 통신에서 전력선로의 잡음은 배경잡음이 97% 이상을 차지하며 이것은 선로에서 항상 나타나는 것으로써 주파수가 증가할수록 잡음레벨이 감소하는 특성을 나타내며 잡음전력 스펙트럼 밀도(PSD)가 주파수에 의존하는 것으로 보인다^{[6][7]}. 임펄스 잡음은 단일 전송신호인 임펄스 잡음과 다중 전송신호인 임펄스 잡음의 2종류로 분류할 수가 있다. 대지귀로 방식에서 단일 전송신호인 경우 임펄스 잡음을 시간영역에서 보면 다음과 같다^[8]

$$H(t) = A_p \cdot \exp(-f_0 \cdot t^4) \cdot \sin(2\pi f_0 \cdot t) \cdot \text{rect}(t/Tp) \quad (12)$$

다중 전송신호인 경우 임펄스 잡음을 시간영역에서 보면 다음과 같다^[8]

$$H(t) = A_p \cdot \sin(2\pi f_0 \cdot t) \cdot \text{rect}(t/Tp) \quad (13)$$

여기서

$$\begin{aligned} \text{rect}(t/Tp) &= 1 & (0 \leq t \leq Tp) \\ \text{rect}(t/Tp) &= 0 & (\text{위의 조건이 아닐 경우}) \end{aligned}$$

이며 Tp 는 전송신호의 주기로써 $Tp = 1/f_0$ 이며 A_p 는 진폭의 크기이다. 60Hz 동기잡음은 시간영역에서 잡음 임펄스 형태로 나타나며 매초 도착되

는 시간은 $\frac{1}{(K \cdot f_{net})}$ 로 나타나며 여기서 K=1 또는 K=2 이다. 임펄스잡음과 같이 큰 잡음은 아니며 단지 배경잡음 크기가 적을 때 나타난다. 협대역 잡음은 주어진 주파수 대역에서 좁은부분의 주파수 범위를 갖는 것으로써 협대역 잡음도 배경잡음 크기가 적을 때 나타난다. 선로길이 l를 갖는 선로의 전력선 임피던스 Z 은 다음과 같다^[3]

$$Z = \frac{(K_{Rl} Z_{T2}) (\frac{V_{P1}}{V_{P2}}) \cos(\beta l) - Z_{in}}{1 - j(K_{Rl} Z_{T2}) (\frac{V_{P1}}{V_{P2}}) \frac{\sin(\beta l)}{Z_0}} \quad (14)$$

여기서 V_{P1} 은 벡터 회로망 분석기(Vector Network Analyzer) 단자 1에서 발생하는 입력신호의 크기이며 V_{P2} 는 단자 2에 수신되는 신호의 크기이고 β 는 위상상수이다. 그리고 $K_{Rl} Z_{T2}$ 은 출력 파라메타로써 $(K_{Rl} Z_{T2}) = \frac{Z_{in} + Z_{std}}{(\frac{V_{P1}}{V_{P2}})|_{Z=Z_{std}}}$ 이며 Z_{in} 은 입력 임피던스이다.

벡터 회로망분석기의 단자1 (VP_1)과 단자2 (VP_2) 각각의 전압비율은 다음과 같다.

$$\frac{V_{P1}}{V_{P2}} = \frac{1 + S_{11}}{S_{21}} \quad (15)$$

IV. 중 전압 전력선 채널 파라메터 측정 및 분석

본 논문에서는 22.9kV 중 전압용 전력선의 채널 특성을 주파수 범위 0~30MHz에서 측정, 분석하고자 하며 선로에 높은 주파수의 통신신호가 전송됨으로 표피효과까지를 고려하여야 한다. 따라서 인덕턴스(L)와 커패시턴스(C)는 표피효과와 관계가 없지만 콘덕턴스(G)와 저항(R)은 주파수에 의존함수이므로 표피효과를 고려하여야 한다. 본 연구에서 사용한 중 전압용 선로는 ABBNA2XS(FL)으로 단심코어케이블형태로 내경 12mm²의 단면적인 알루미늄이며 폴리테렌으로 절연되어 있으며 외부 차폐동판은 16mm²이다. 따라서 이 선로를 0~30MHz 범위의 측정에서 표피효과를 고려한 콘덕턴스(G)와 저항(R)의 특성 그래프는 식(1)(2)와 (5)(6)에서 모의실험한 결과 그림 5(a), 그림 5(b)와 같은 값을 보여주고 있으며 전력선의 전달함수 그래프는 식(10)에 의해 그림 5(c)와 같은 결과를 얻었다. 그림에서 표피효과에 의하여 주파수가 높아짐에 따라

전달함수의 감쇠가 거의 선형적으로 커짐을 알수가 있다.

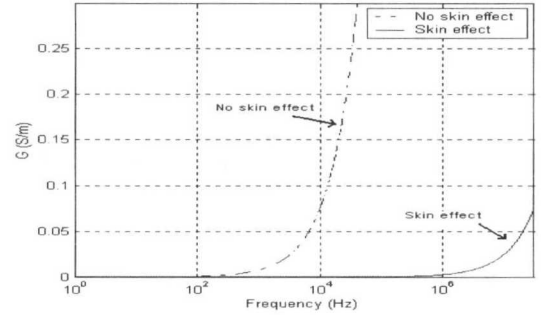


그림 5. (a) 표피효과를 고려한 전력선의 콘덕턴스

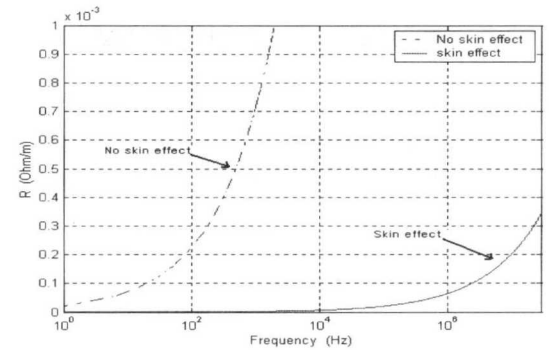


그림 5. (b) 표피효과를 고려한 전력선의 저항

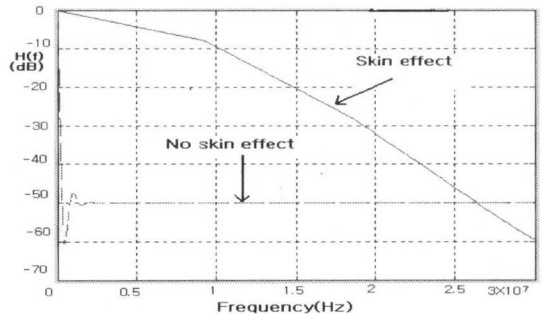


그림 5. (c) 표피효과를 고려한 전력선의 전달함수그래프

측정에 필요한 환경조건은 그림 6에서와 같이 전기연구원(KERI)의 옥외 시험장(길이=161m)에서 무부하 상태로 실시를 하였으며 사용주파수 범위는 0~30MHz로 하였다. 중 전압에서의 측정을 위하여 계측기와 22.9kV 사이에 필요한 결합기는 특수용 세라믹 콘덴서와 광대역용 트랜스를 사용하여 설계, 제작된 것으로써 전기적특성은 정격전압 40kVDC, 정격용량 2.5nF@1KHz 20°C, 유전손실0.2~0.4%이며

특성그래프는 그림 7 과 같다. 측정에 사용된 계측기는 HP사의 3577A 벡터 회로망 분석기와 E4404B 스펙트럼 분석기를 사용하였다.

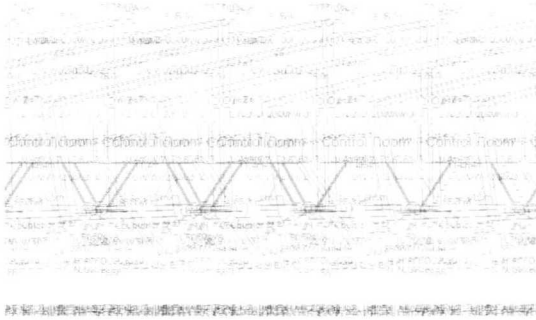


그림 6. 전력선 측정의 실험 구성도

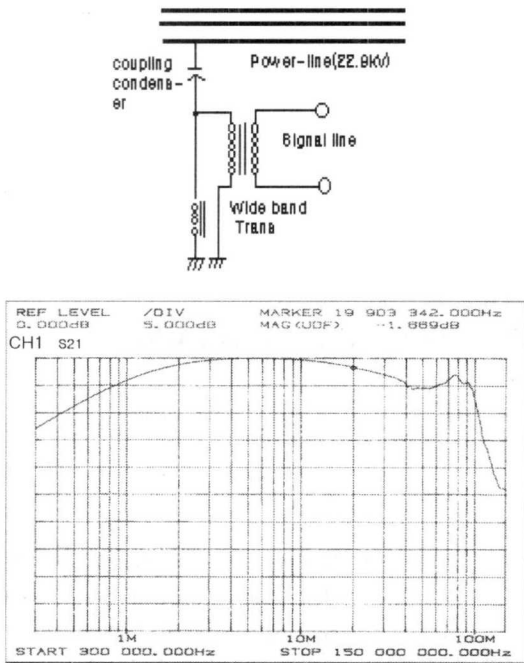


그림 7. 결합기 회로 및 특성그래프

그림 8 은 대지귀로방식의 채널에서 전력선에 22.9kV,60Hz가 인가된 상태에서 신호크기 0 dBm, 주파수범위 0~50MHz 까지의 CW 신호를 입력하여 나타난 실제 측정된 출력스펙트럼으로써 측정은 계측기를 0점조정(Calibration) 하여 측정된 것으로써 잡음특성은 주파수가 증가할수록 잡음의 크기도 전체적으로 감소함을 알 수가 있으나 실제 측정장비 자체의 주파수에 따른 최소잡음크기(Noise floor)의

특성을 고려할 필요가 있을 것으로 생각되며 협대역 간섭잡음 발생은 대체로 500kHz~1MHz 와 3MHz~7MHz 사이에서 크게 발생함을 볼 수가 있다. 그러나 22MHz 이하의 주파수에서는 잡음특성의 변화가 심하게 나타남을 볼 수가 있으며 특히 저주파수에 가까워질수록 잡음이 심하게 나타남을 볼 수가 있다. 또한 22MHz 이상의 주파수에서는 -78dBm 의 크기로 잡음도 적게 나타남을 볼 수가 있다.

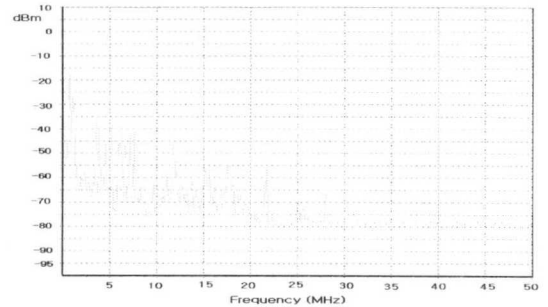


그림 8. 대지귀로방식의 채널에서 측정된 출력스펙트럼

전력선의 임피던스는 벡터회로망 분석기에 의한 s-파라메타의 S_{11} 값의 측정으로 계산되어진다. 그림 9는 대지귀로 방식의 채널과 금속귀로 방식의 채널에서 각각 측정된 임피던스와 본 연구에서 제시한 임피던스 식(14)에 의한 모의실험한 결과를 비교하였다. 비교한 결과 측정값의 임피던스값은 주파수에 따라 서로 가변됨을 보였으며 모의실험한 그래프와 유사한 형태로 나타남을 볼 수가 있다. 측정값은 금속귀로방식의 채널인 경우 15MHz 이하에서는 80~400 Ω , 15MHz 이상에서는 50~180 Ω 의 크기를 나타내며 대지귀로방식의 채널인 경우 15MHz 이하에서는 100~500 Ω , 15MHz 이상에서는 70~240 Ω 의 크기를 나타냄을 볼 수가 있다. 그리고 주파수가 높을수록 임피던스의 크기가 점점 낮은값을 나타냄을 알 수가 있으며 주파수가 높을수록 금속귀로 방식의 채널보다 대지귀로방식의 채널이 임피던스의 값이 크게 나타남을 볼 수가 있다.

그림 10 은 대지귀로 방식의 채널과 금속귀로방식의 채널에서 신호감쇠크기를 보여주고 있으며 0~20MHz 주파수에서는 감쇠의 변화량이 심하게 나타남을 볼 수가 있으나 실제 측정장비 자체의 주파수에 따른 최소잡음크기(Noise floor)의 특성을 고려할 필요가 있을 것으로 생각된다. 20MHz 이하에서는 금속귀로방식의 채널이 대지귀로방식의 채널보

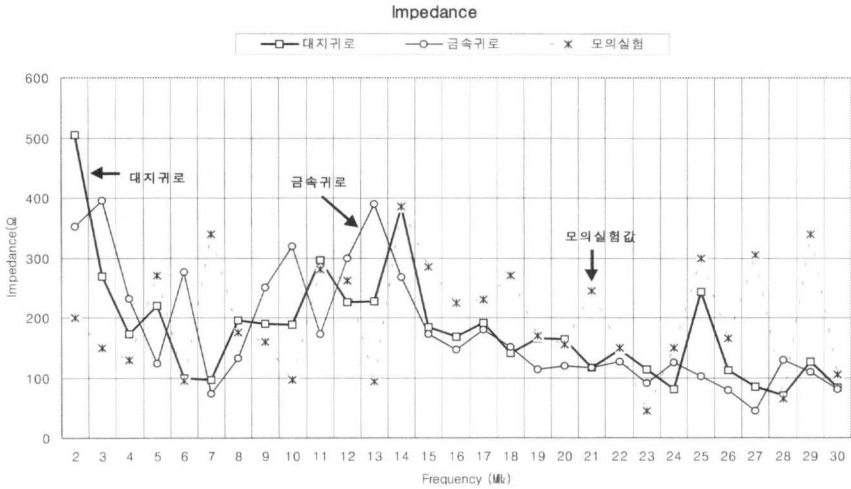


그림 9. 중전압 전력선의 임피던스 크기

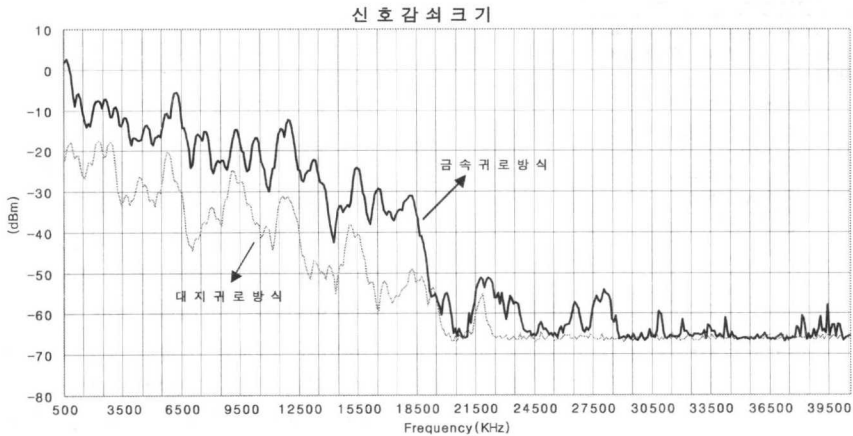


그림 10. 금속귀로방식과 대지귀로방식의 신호감쇠크기.

다 15dB 우수함을 알 수가 있고 20MHz~30MHz에서는 0~10dB의 우수함을 알 수 있다. 그러나 30MHz 이상에서는 신호크기가 거의 동일하게 나타남을 볼 수가 있다.

V. 결론

본 연구에서는 주파수 0~30 MHz까지의 범위에서 전력분배망 방식에 따라 22.9kV 중 전압용 전력선의 채널 특성을 확인하였다. 광대역 전력선통신을 위한 중 전압 전력선의 채널특성에서는 고속 전송 신호가 선로의 표면을 통해서 전송되므로 표피효과를 고려하였으며 산란계수법에 의한 광대역 임피던

스를 측정하였다. 22.9kV 중 전압 전력선의 채널특성을 측정하기 위하여 주파수 범위 0~30MHz에서 설계, 제작한 결합기를 이용하였으며 이를 금속귀로 채널과 대지귀로 채널에 적용하여 측정하였다. 측정 결과 임피던스의 크기는 0~15MHz까지는 대체로 높은 값을 나타내며 15 MHz 이상의 주파수에서는 크기가 대체로 낮은 값을 나타내었으며 주파수가 높을수록 임피던스의 크기가 점점 낮은 값을 나타냄을 알 수가 있었다. 그리고 금속귀로 채널보다 대지귀로 채널이 임피던스의 값이 크게 나타남을 알 수가 있었다. 신호감쇠의 크기는 20MHz 이하에서는 금속귀로 채널이 대지귀로 채널 보다 15dB 우수하고 20MHz 이상에서는 동일하게 나타남을 알

수가 있었다. 감쇠의 크기가 금속귀로 채널이 대지귀로 채널 보다 우수하므로 장거리통신에 유효할 것으로 사료된다. 전력선통신에서 다 반송파가 전송될 경우에는 실제로 주파수에 대한 선택적 페이딩이 발생하게 되고 각종 기기의 접속에 따른 부하량의 변화에 따른 잡음특성 및 임피던스의 변화량까지도 고려하여 적용하여야 하기 때문에 적응적 임피던스 어댑터가 필요 할뿐만 아니라 본 연구를 통하여 중 전압 전력선 통신을 위한 금속귀로 채널과 대지귀로 채널의 선정을 위한 특성을 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] E. Yavuz, F. Kural, N. Coban, B. Ercan and M. Safak, "Modeling of Power lines for digital Communications," pp.161-168 (ISPLC2000). March. 2000.

[2] J. R. Nicholson and J. A. Malack, "RF impedance of power-lines and line impedance stabilization networks in conducted interference measurements," IEEE Transactions on Electromagnetic compatibility, vol.1, EMC-15, No.2, pp.84-86, May. 1973.

[3] P. J. Kwasniok, M.D. Bui, Kozlowski, and S. S. Stuchly, "Technique for measurement of power line impedances in the frequency range from 500Khz to 500Mhz," IEEE Transactions on Electromagnetic compatibility, vol.35, No.1, pp.87-90, Feb. 1993.

[4] Christian Hensen, Dr. Wolfgang Schulz, Sascha Schwarze, "Characterisation, Measurement and Modeling of Medium Voltage Power-line cables for High Data Rate Communication," pp.37-44, (ISPLC 1998), March.1998.

[5] Holger philipps."Performance Measurements of Power line channels at high frequencies," pp.229-237 (ISPLC 1998), March.1998.

[6] Manfred Zimmermann, Klaus Dostert, "A Multipath Signal Propagation Model for the power line Channel in the High Frequency Range," pp.45-51, (ISPLC 2000). March. 2000.

[7] R. M. Vines etal, "Noise on residential power distribution circuits," IEEE Transactions on Electromagnetic compatibility, vol.26, No.4,

pp.161-168, November. 1984.

[8] Michel ROUSSEAU, Patrick MOREAU, "Characterization and optimization of multi-carrier technologies over PLC channel," pp.299-304, (ISPLC2001).

[9] Olaf G, A.J.Han Vinck, "On the Channel capacity of a European-style Residential Power Circuit," pp.31-44, (ISPLC1998), March.1998.

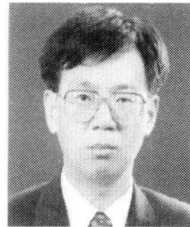
[10] Daniel W. Durbak Olaf, James R. Stewart, "PLC Signal Attenuation in Branched Networks," IEEE Transactions on Power delivery, vol.5, No.2, pp. 878-882, April. 1990.

[11] H.Y.Kwon, J.C.Park,and G.I.Shin, "Analysis on Data Transmission Rate of very high speed Digital Subscriber Loops," proc.1998 Int. Wireless and Telecomm Symposium, KualaLumper, Malaysia,11-25 May.1998.

[12] O.G.Houijen, "A Channel Model for the Low Voltage Power-Line Channel Measurement and Simulation Results," pp.51-56, (ISPLC 1997), April. 1997.

[13] J.W.Lechleider, "Line analysis for digital subscriber Lines," IEEE Commun., pp.25-32, Sept.1989.

김 선 효(Seon-Hyo Kim)

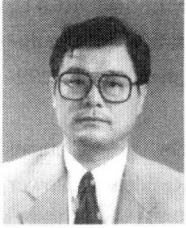


1985년 : 경남대학교전자공학과 (공학사)
 1987년 : 아주대학교 전자공학과 (공학석사)
 1999년 : 아주대학교 전자공학과 (박사과정 수료)
 1988~1992년 : 삼성전자(주)
 1993~1995년 : 부일이동통신(주)
 1995~현재 : 거창기능대학 부교수

이 원 태(Won-Tae Lee)

~현재 : 한국전기연구원 전략기술연구단 정보, 광응용 연구그룹 책임연구원

이 영 철(Young-Chul Rhee)



1988~1990.2 : 멜본대학교

직원연구

1983~현재 : 경남대학교

정보통신공학부 교수

신 철 재(Chull-Chai Shin)



1964년 : 연세대학교 전자공학과

(공학사)

1968년 : 연세대학교 전자공학과

(공학석사)

1983년 : 연세대학교 전자공학과

(공학박사)

1967~1970년 : 동양공업전문대

조교수

1970~1977년 : 광운대학교 조교수

1986~1987년 : 미국 Florida대학 객원교수

1977~현재 : 아주대학교 전자공학과 교수