

저 비트율 전력선 모뎀에 대한 저압 맥내망의 채널 특성 시뮬레이션 기법에 관한 연구

論 文

51D-5-4

A Simulation Technique for the Characterization of the Low-bit-rate Household AC Power Line Communication Channel

安 男 皓* · 張 泰 奎**
(Nam-Ho Ahn · Tae-Gyu Chang)

Abstract - In this paper, the characteristics of the household AC power line network is analyzed for the low bit rate powerline communication (PLC) in the frequency range from 10kHz to 450kHz. The PLC channel transfer characteristics including its characteristic impedance are derived based on the network topology which is constructed with the household power lines loaded with the various types of electric apparatus. Both the distributed circuit analysis and the lumped circuit model based analysis are applied for the characterization of the PLC channel and the results are compared by the computer simulations. The analysis illustrates very well the adverse effects caused by the loading of electric apparatus and as well those caused by the reflection of waves in the household AC power line communication network.

Key Words : powerline communications, home automation, distributed circuit analysis

1. 서 론

전력선 통신(PLC:Power Line Communication)은 전력을 전달하기 위한 상용의 전력선에 고주파 통신신호를 60Hz 전력신호에 커플링해서 정보를 전송하는 통신 시스템으로 통신을 위한 새로운 채널을 확보해야 하는 비용을 절감할 수 있으며 주변의 많은 콘센트를 통해서 보다 쉽게 정보를 얻을 수 있기 때문에 차세대 통신 시스템으로써 관심이 고조되고 있다. 초기 전력선 통신은 유선 전화선이 가설되기 어려운 지방에 고압 전력선로에 8-136kHz 아날로그 신호를 전송함으로써 전화 서비스 대체하기 위한 목적으로 고안된 이후 고압 전력선로의 고장 검출 시스템, 원격 검침, 원격 제어등으로 응용되어 사용되고 있으며 요즘에는 홈 오토메이션을 위한 저속의 제어 통신망과 1-30 MHz 대역을 이용한 고속의 인터넷 서비스를 제공하는 통신 시스템으로도 응용 범위가 확장되고 있다[1]-[3].

홈 오토메이션을 목적으로 전력선 통신을 이용하여 가전 기기들을 제어하는 경우에는 건물내의 안전과 직결되는 사항으로 기존의 전력신호의 품질을 저하시키지 않으면서도 높은 신뢰성을 유지해야한다. 이러한 목적의 전력선 채널은 경제적인 측면의 여러 장점에 비해 본래의 전력을 전송하기 위한 선로였기 때문에 기존의 통신 채널에 비해 열악한 요소들을 많이 가지고 있다. 전력선 자체의 길이에 따른 capacitance와 inductance를 가지고 있고, 전력선에 접속되는 기기들의 부하 특성에 따라 입출력 임피던스 특성이 변

화하며 또한 높은 잡음특성을 지니며 시간과 장소에 따른 변화가 심하게 나타난다[1][2][4]. 이러한 열악한 채널을 극복하고 제어망과 같은 고도의 신뢰성이 요구되는 통신시스템을 구성하기 위해서는 전력선 채널의 물리적 특성에 기초한 통신 신호 감쇠 및 왜곡, 다양한 형태의 잡음, 채널 임피던스등에 대한 통계적 특성을 반영한 안정적인 시스템의 설계가 중요한 요소가 된다. 따라서 이러한 다양한 통신 환경을 반영해 줄 수 있는 채널 모델에 기초한 시뮬레이션이 필수적이라 할 수 있겠다.

이에 본 논문에서는 34평형 단위세대 아파트의 맥내 전력선망을 기준으로 10-450kHz 주파수 대역에서의 전력선로 및 가정용 부하 특성에 기초한 채널 모델링기법과 임피던스 분석기법을 제시하였고 시뮬레이션을 통하여 맥내 전력선 채널의 신호 전달 특성을 분석하였다.

2. 맥내 전력선 통신 채널 모델링

맥내 전력선 채널은 맥내 AC 전력선로망과 전력선에 접속하고 있는 기기들로 이루어지며, 맥내 인입구에 차단 필터(Line Trap[5])를 설치하지 않은 경우 외부 전력선망에 의한 특성이 나타나게 된다. 전력선 통신 신호가 100kHz 미만의 협대역 신호인 경우에는 전력선 채널을 lumped circuit 으로 근사화하고 전력선에 접속하고 있는 기기들을 등가의 병렬 임피던스로 반영하여 채널을 모델링하는 방식이 주류를 이루고 있다[6]. 하지만 100-450kHz 대역의 광대역 통신 신호를[7] 사용하는 경우에는 lumped circuit으로 모델링하는데에는 한계가 있으며 맥내 전력선로 및 부하특성에 따른 채널 모델링이 필요하다 하겠다. 이에 본 절에서는 맥내 전력선로 모델링과 부하모델링에 관하여 기술하고, 채널 모델링 기법과 채널 임피던스에 관하여 기술하였다.

* 正 會 員 : 中央大 工大 電子電氣工學部 碩士課程

** 正 會 員 : 中央大 工大 電子電氣工學部 教授

接受日字 : 2001年 8月 16日

最終完了 : 2002年 3月 27日

2.1 택내 전력선로 모델링

택내 전력선로망은 일반적으로 택내 인입선에서 여러 개의 간선으로 분리되고, 각 간선들은 가정용 부하를 접속할 수 있도록 다수의 브리지를 포함하는 형태로 이루어져 있다. 다음 그림 1 에서는 본 연구에서 적용한 34평형 단위세대 아파트 택내 전력선로망의 단면도를 나타내었다.

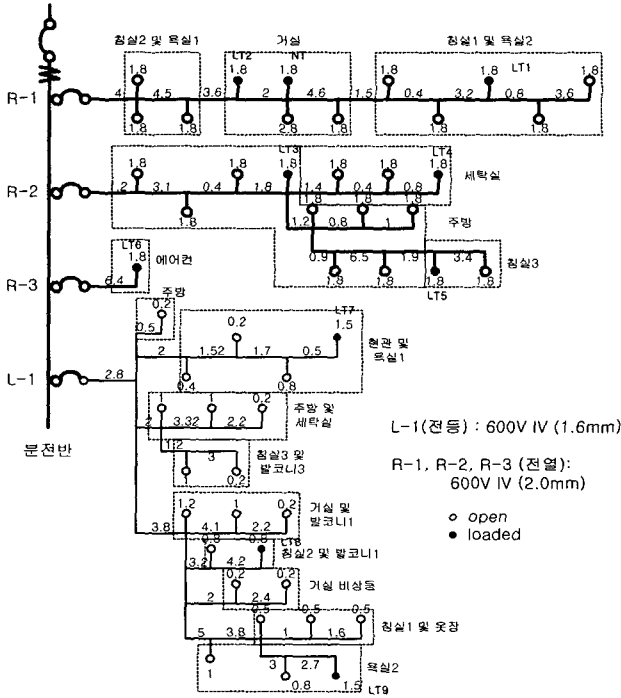


그림 1 택내 전력선로망(34 평형 단위세대 아파트 기준)
Fig. 1 Household AC power line network.

택내 전력선로망은 그림 1 과 같이 단상 2선식으로 분전반에서 차단기를 거쳐 3개의 전열선과 전등선으로 나뉘고, 각각은 다수의 브리지를 포함하는 브리지 탭 환경의 트리 구조로 이루어져 있다. 다음 표 1 에서는 적용한 전력선로망의 선로 특성을 나타내었다.

표 1 택내 전력선로망의 선로 구성

Table 1 Line characteristic of the household AC power line

	굵기	최장직선선로 [m]	총 길이 [m]	Avg. Characteristic Impedance	Avg. Propagation constant
R1	IV 2mm	30	50.8	80 - j5.4	0.0005 + j0.009
R2	IV 2mm	22.2	50	80 - j5.4	0.0005 + j0.009
R3	IV 2mm	8.2	8.2	80 - j5.4	0.0005 + j0.009
L1	IV 1.6mm	22.6	75.44	80 - j5.4	0.0005 + j0.009
계			184.4		

표 1 에서와 같이 브리지 선로까지 포함한 총 선로의 길이는 약 185[m] 로써 10-450kHz 대역 전력선 통신 신호 파장의 27% 에 해당된다. 따라서 distributed circuit 모델을 통한 채널 특성 분석이 타당하며, 선로의 특성 임피던스 및 전파 상수는 단위 거리당 선로정수(R[Ω/m], L[H/m], C[F/m], G[S/m]) 를 통하여 근사적으로 표 1 과 같이 얻을 수 있다[8].

2.2 부하 모델링

택내에서 사용되는 가정용 부하는 통신 신호 주파수 대역에서의 등가 임피던스와 잡음 소스로 모델링할 수 있으며 브리지 탭의 종단 임피던스를 형성하여 채널 전달 특성 및 부가 잡음등을 형성하게 된다. 가정용 부하는 운전상태의 임피던스 특성별로 유도성 부하, 용량성 부하, 저항성 부하 등으로 나뉘고 접속되어 있는 전력선로망과 함께 주요 통신 성능 열화의 원인 요소가 된다. 이러한 가정용 부하에 의한 전력선 통신 신호의 전달특성을 얻기 위해 본 논문에서는 다음 표 2 와 같이 대표적인 6 가지의 부하에 대해 등가 임피던스 모델을 적용하였다[9].

표 2 가정용 부하의 등가 임피던스 모델[9]

Table 2 Impedance model of electric apparatus[9]

Apparatus	Impedance model
Refrigerator	
Incandescent lamp	
Foot warmer	
TV monitor #1	
TV monitor #2	
Circuit breaker(On)	

표 2는 가정용 부하에 대한 운전상태에서의 등가 임피던스 모델로써 차단기는 직렬 임피던스로 유도성 부하로 모델링하였고, 그 외 5가지의 부하는 병렬 임피던스로 램프는 저항성 부하로, 난로는 유도성 부하로, 냉장고는 용량성 부하로, TV 는 복합적 부하로 모델링하였다. 특히 TV 의 경우는 전력선 통신 주파수 대역내에 공진을 가지는 경우로써 신호의 감쇠 및 왜곡에 많은 영향을 끼치게 된다.

택내 전력선 통신망 채널은 택내 전력선로 및 택내에 산재한 다양한 가정용 부하의 종류 및 위치에 따라 다양하게 변화하기 때문에 이에 따른 적절한 모델링이 필요하지만 광

범위한 부하 모델링에 한계가 있으며 본 논문에서는 맥내 전력선 채널 특성 분석 기법이 주요한 관심사이기 때문에 표 2 와 같이 제한적인 부하 모델링에 기초하여 채널 특성을 분석하였다.

2.3 브리지 탭 환경의 맥내 전력선 채널 특성 분석기법

맥내 전력선 채널은 가정용 부하에 의한 브리지 탭 환경의 감쇠 채널로써 전달행렬을(ABCD Matrix) 이용한 distributed circuit 해석이 가능하다[8]. 이러한 방법은 전력선로 및 가정용 부하등의 통신 신호 전파 환경 요소를 대부분 반영함으로써 보다 정확한 신호 전달특성 및 채널 임피던스를 얻을 수 있는 방법이라 하겠다. 이를 위해 맥내 전력선 채널을 다음 그림 2 와 같이 다수의 브리지 탭을 포함하는 신호 전파 모델로 모델링하였다.

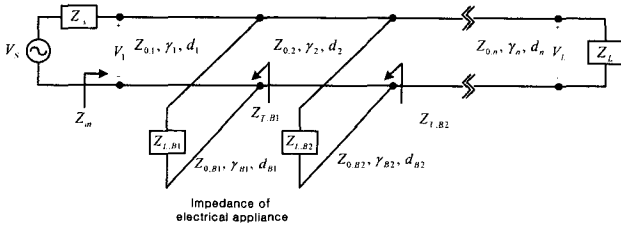


그림 2 브리지 탭을 포함한 전력선 채널 모델.
Fig. 2 The channel model of power line communication.

그림 2 와 같은 송신기(V_s)와 수신기(Z_L)간의 신호 전파 경로에서 운전상태의 가정용 부하($Z_{L,B}$)들을 브리지 선로의 종단 임피던스 형태로 모델링하여 실제 저압 맥내망에서의 부하 및 전력선로에 의한 신호 전달 특성이 적절하게 반영될 수 있도록 하였다. 각 선로 정수는 다음 식 (2-1) 와 같이 전달행렬로 모델링하여 나타내었다.

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma d) & Z_0 \cdot \sinh(\gamma d) \\ 1/Z_0 \cdot \sinh(\gamma d) & \cosh(\gamma d) \end{bmatrix} \quad (2-1)$$

where, $Z_0 = \sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}}$,
 $\gamma = \sqrt{(R+j\omega L) \cdot (G+j\omega C)}$,
 $R[\Omega/m], L[H/m], C[F/m], G[S/m]$
 : per-unit-length parameter

맥내 전력선로에서 나타나는 다수의 브리지 탭은 각 탭이 위치하는 지점에서의 등가 임피던스로 모델링할 수 있고 브리지 선로에서 다른 브리지 탭이 존재하는 경우에도 다음 식 (2-2)와 같은 등가 임피던스 $Z_{T,B}$ 형태로 전달특성에 반영해 줄 수 있다.

$$Z_{T,B} = Z_{0,B} \cdot \frac{Z_{L,B} + Z_{0,B} \cdot \tanh(\gamma_B d_B)}{Z_{0,B} + Z_{L,B} \cdot \tanh(\gamma_B d_B)} \quad (2-2)$$

where, γ_B : propagation constant of the bridge
 d_B : length of the bridge
 $Z_{0,B}$: characteristic impedance of the bridge
 $Z_{L,B}$: load impedance

식 (2-2) 에서와 같이 브리지 탭의 특성은 브리지 선로의 특성뿐만 아니라 종단 임피던스를 형성하는 가정용 부하 특성에 따라 결정되어진다.

가정용 부하를 포함한 브리지 탭을 등가 임피던스로 해석하면 그림 2 와 같은 채널 모델의 전체 전달행렬은 다음 식 (2-3)과 같이 얻을 수 있다.

$$\begin{bmatrix} A_t & B_t \\ C_t & D_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Z_s \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1/Z_{T,B1} & 1 \end{bmatrix} \dots \begin{bmatrix} A_n & B_n \\ C_n & D_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1/Z_L & 1 \end{bmatrix} \quad (2-3)$$

송수신간의 통신 신호 전달 특성은 식 (2-3)을 이용하여 다음 식 (2-4) 와 같이 나타낼 수 있다.

$$H = \frac{V_{in}}{V_L} = \frac{1}{A_t} \quad (2-4)$$

또한 전력선 채널 임피던스는 다음 식 (2-5) 와 같이 구할 수 있다.

$$Z_{in} = \frac{A_t}{C_t} - Z_s \quad (2-5)$$

식 (2-4) 와 같은 전력선 채널의 신호 전달특성을 통해 전력선 모델의 동작범위(dynamic range) 및 수신기 설계의 기초 자료 등을 얻을 수 있고, 식 (2-5) 와 같은 채널 임피던스특성은 모델 설계시 신호 전력을 최대로 전달하기 위한 임피던스 매칭과 관련된 중요한 요소이다. 이러한 방법으로 구한 채널 임피던스 특성은 측정에 의해 얻어진 다음 식 (2-6) 과 같은 평균적인 임피던스 특성[1] 과 비교하여 분석하였다.

$$|Z| = 0.005 \cdot f^{0.63} [\Omega] \quad (2-6)$$

상기의 채널 특성을 얻기 위해 다음 장에서 전력선로 및 부하 모델링에 기초하여 시뮬레이션을 수행하고 특성을 고찰하였다.

3. 시뮬레이션 및 고찰

맥내 전력선 채널의 신호 전달 특성 및 채널 임피던스 특성을 분석하기 위하여 10-450kHz 대역에서 가정용 부하를 포함한 34평형 단위세대 아파트의 맥내 전력선 통신망을 distributed circuit 으로 모델링하여 시뮬레이션을 수행하였다.

3.1 시뮬레이션 환경

저압 맥내망 채널 특성 분석을 위해 CEBus[7] 표준을 기초로 주파수 간격은 220Hz, 샘플링 주파수는 chirp의 8배인 3.6MHz로 적용하여 각 주파수 별로 신호 전달특성과 채널 임피던스 특성을 구하였다. 가정용 부하에 대한 영향을 반영하기 위해 표 2 와 같은 임피던스 모델을 갖는 운전상태인 부하들을 브리지 선로에 선택적으로 연결하였다. 전력선 모델은 그림 1 에서 거실(전열간선:R-1)에 송신기(NT)가 있고, 수신기(LT)는 침실 및 주방(전열간선 및 전등간선)에 2-3

개의 전력 콘센트에 임의로 위치시키고, 송수신기 입출력 임피던스는 각각 $Z_{in}=80\Omega$, $Z_{out}=1\Omega$ 으로 적용하여 송수신간 전달행렬을 구하고 이를 통해 저압 대내 전력선 통신망을 해석하였다. 다음 그림 3에서는 distributed circuit 을 해석하기 위한 시뮬레이션 수행 과정을 나타내었다.

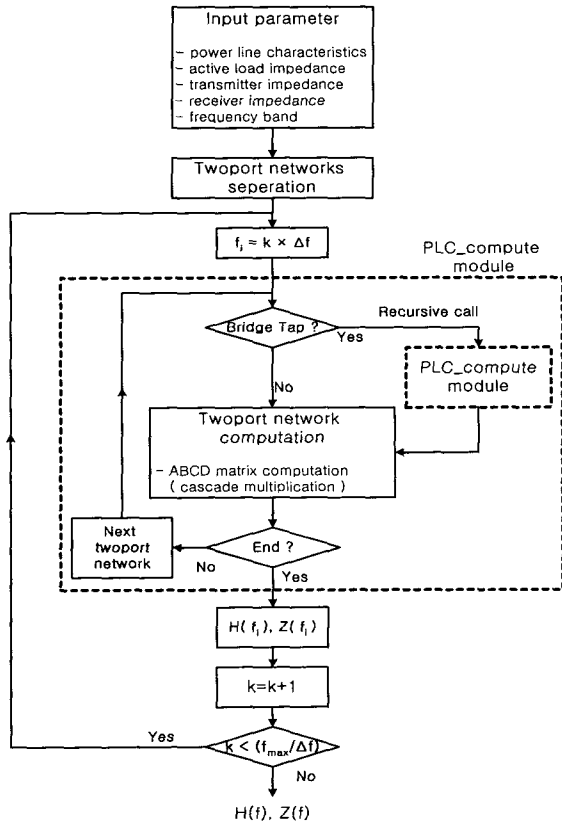


그림 3 시뮬레이션 흐름도
Fig. 3 Flow chart of the PLC channel simulator.

채널 시뮬레이션은 그림 3 과 같이 전력선 통신망 환경에 대한 정보를 입력으로 채널 구성요소예 적합한 전달행렬 형태로 나누어주는 부분, 각 주파수에 대해서 송수신단에서 수신단쪽으로 전력선 채널의 각각 전달행렬(twoport network)을 계산한 후 차례로 곱해서 전체의 전달행렬을 구하는 PLC계산모듈(PLC_compute module)부분, 그리고 PLC계산모듈을 제어하는 부분으로 구성된다. 채널에서 브리지 탭을 포함하는 경우에는 PLC계산모듈을 재귀 호출(recursive call) 함으로써 브리지 탭에 의한 영향이 등가의 어드미턴스 행렬로 적용되어 반영될 수 있도록 시뮬레이션을 수행하였다.

전력선 채널의 신호 전달 특성으로써 평균 신호 감쇠는 다음 식 (3-1) 과 같이 구하였다.

$$A_{ave} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i$$

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [A_i[dB] - A_{ave}[dB]]^2} \quad (3-1)$$

where, $A_i = |H(jf_i)|^2, i=1 \dots N$

시뮬레이션은 대내 전력선로 및 가정용 부하에 의한 채널

특성해석과 옥외 전력선망 및 차단기를 포함한 채널 특성 해석으로 나누어 수행하였고, 브리지 탭 환경의 감쇠 채널로써의 distributed circuit 해석과 부하모델만으로 근사화한 lumped circuit 해석을 각각 구하여 비교하였다.

3.2 시뮬레이션 결과

대내 전력선 통신 채널이 외부 전력선로와 차단되어 있고 차단기의 영향을 배제한 경우의 distributed circuit 모델과 lumped circuit 모델을 해석하여 얻은 채널 전달특성을 다음 그림 4 에 나타내었다.

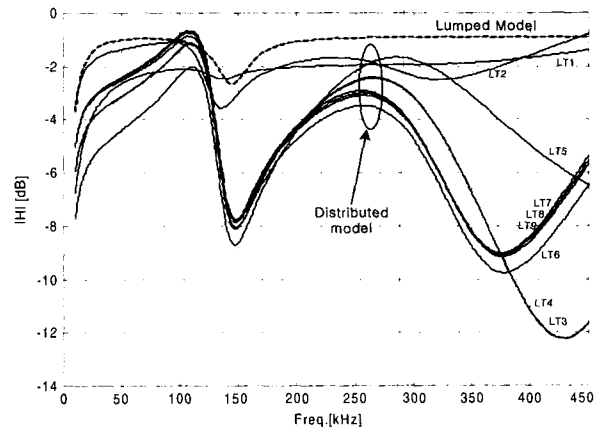


그림 4 대내 전력선 채널의 lumped 채널 모델과 distributed 채널 모델의 수신기 위치별 채널 전달특성. (옥외 전력선망 및 차단기 영향 배제한 경우)
Fig. 4 PLC channel transfer function of the lumped model and distributed model. (without circuit breakers and outside AC power circuits)

대내 전력선 채널은 그림 4 와 같이 가정용 부하와 브리지 선로의 영향으로 인해 lumped circuit 해석에 비해 distributed circuit 해석에서 신호 왜곡이 현저하게 발생함을 확인할 수 있다. 이는 대내 총 선로의 길이가 신호 파장의 27% 정도이기 때문에 생기는 다수의 브리지 탭에 의한 신호 반사로 인해 lumped 모델에 비해 평균 3.14[dB]의 감쇠가 추가로 생기며, 특히 신호의 왜곡 현상이 크게 나타나 최대와 최소값이 11.6[dB] 의 차이를 나타나게 된다. 이러한 특성은 송수신기 위치, 즉 신호 전파 경로에 따라 다르게 나타난다. 수신기 LT1, LT2 는 송신기와 같은 R-1전열선에 위치하여 신호 전파 경로가 비교적 짧고 간접적인 브리지 탭의 영향으로 양호한 채널을 보이는 반면, LT3-5 는 R-2 전열선에 위치하여 전파 경로상에 직접적으로 연결된 다양한 부하와 브리지 탭에 의한 영향으로 신호 왜곡이 현저하게 발생함을 확인하였다. 전등간선(L-1)에 위치한 수신기 LT6-9 는 전파 경로가 상대적으로 길지만 브리지 탭 형태로 R-2 전열선의 다양한 부하의 영향을 받게 되어 R-2 간선의 수신기와 비슷한 왜곡이 생기고 각각은 전등간선의 부하 종류가 한정적이기 때문에 서로 비슷한 왜곡 현상을 겪는 것을 확인하였다.

대내 인입구에 차단필터를 설치하지 않은 경우에는 전력선 통신 신호가 외부 전력선망의 영향을 받게 된다. 이러한

외부 선로의 영향을 반영하기 위해 25mm²의 선로와 식 (2-6)과 같은 채널 임피던스를 적용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 또한 맥내 분전반내의 차단기들을 표 2와 같이 모델링하여 시뮬레이션과정에 포함시켰다. 다음 그림 5에서는 차단기 및 외부 회로에 의한 영향을 포함하는 맥내 전력선 통신망의 채널 전달 특성을 해석한 결과를 나타내었다.

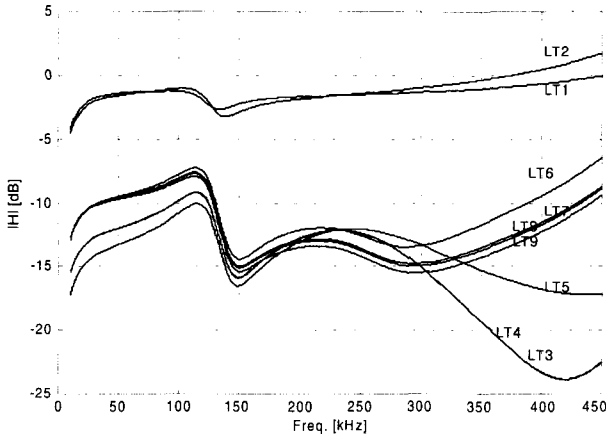


그림 5 옥외의 전력선로망 및 차단기 특성을 포함하는 distributed 전력선 채널 모델의 수신기 위치별 통신 신호 전달 특성.

Fig. 5 PLC channel transfer function with circuit breakers and outside AC power circuits.

맥내 분전반까지의 외부 선로는 주상변압기에서 Δ-Y결선의 2차측 단상으로 보통 100가구와 연결되어 있으며 하나의 변압기는 300 가구 정도의 전력을 공급하게 된다. 이러한 외부 AC 전력선망에 의한 영향은 특히 송수신기가 서로 다른 간선에 위치하는 경우에 크게 발생하여 그림 5와 같이 10[dB] 이상의 감쇠가 나타나게 됨을 확인하였다. 또한 신호 전파 경로상에 차단기와 같은 직렬 임피던스가 있는 경우 120kHz 이상의 신호에 대해서 평균 3.02 [dB]의 감쇠가 추가로 발생함을 확인하였다. 이러한 전력선 채널의 신호 전달 특성을 통해 맥내에 산재한 가정용 부하들의 임피던스 특성에 더불어 외부 AC 전력선망의 채널 임피던스 특성으로 인해 더욱 큰 폭의 감쇠와 신호 왜곡이 발생하게 됨을 확인하였고, 차단기 임피던스 특성에 따라 신호 전달 특성에 많은 영향을 끼치게 됨을 확인하였다.

맥내 전력선 채널 임피던스 또한 상기의 시뮬레이션을 통해 식 (2-5)와 같이 구하여 다음 그림 6에 나타내었고 평균적인 채널 임피던스 특성을 더불어 나타내었다. 그림 6과 같이 시뮬레이션을 통해 얻은 임피던스는 식 (2-6)과 같은 평균적인 임피던스 특성과 비슷한 경향으로 주파수에 따라 증가하는 형태로 나타남을 확인하였다. 이러한 특성은 전력선로 자체의 인덕터스, 선로의 skin effect 등으로 인해 고주파일수록 채널 임피던스 특성이 증가되는 형태로써 차단기와 같은 신호 전달 경로상에서 직렬 임피던스의 특성에 따라 변화하게 됨을 확인하였다.

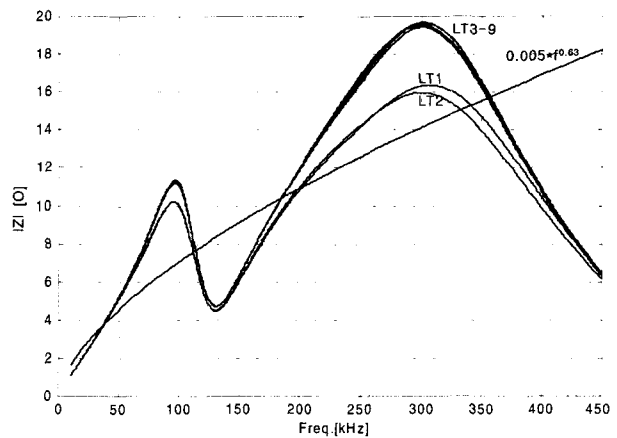


그림 6 송신단에서의 채널 임피던스 특성.
Fig. 6 Channel impedance characteristics.

이상의 시뮬레이션 결과를 토대로 신호 감쇠에 대한 통계적 특성을 다음 표 3에 정리하여 나타내었다.

표 3 채널 감쇠 특성 (CB:차단기, EC:옥외 전력선망)

Table 3 PLC channel attenuation (CB: circuit breaker, EC: Outside AC power circuits)

위치	No_CB & No_EC				With_CB & With_EC			
	mean	std	min	max	mean	std	min	max
LT1	2.15	0.66	1.40	6.74	1.38	0.60	0.06	4.17
LT2	1.9	0.60	0.79	3.56	1.12	1.14	-1.69	4.53
LT3	5.33	3.29	1.12	12.22	15.3	4.39	9.16	23.83
LT4	5.35	3.29	1.14	12.25	15.35	4.39	9.18	23.85
LT5	4.07	1.83	1.66	8.71	13.99	1.98	10.04	17.21
LT6	4.79	2.45	0.64	9.02	10.98	2.11	6.48	14.43
LT7	4.84	2.46	0.67	9.08	12.01	2.21	7.61	14.99
LT8	4.91	2.47	0.72	9.15	12.15	2.25	7.70	15.11
LT9	5.26	2.64	0.87	9.76	12.53	2.36	7.91	15.49
계	4.28	2.18	1.00	8.94	10.5	2.38	6.27	14.84

전력선 채널은 10-450 kHz 대역에서 가정용부하의 등가 임피던스 모델과 선로망의 구성형태에 따른 감쇠특성에 의해 평균 10.53[dB] 가량의 감쇠를 가지며 특히 브리지 탭에 의한 반사의 영향으로 감쇠 폭이 23[dB] 정도까지 나타남을 알 수 있다. 이와 같은 감쇠 및 주파수 선택적인 전달 특성으로 인해 수신신호의 ringing 현상을 일으켜 심벌간에 간섭현상(ISI)이 발생함으로써 채널 전송률을 제한하게 된다. 이러한 채널 특성을 보완하기 위해서는 수신단에서 적응적으로 ISI를 제거해주는 채널 등화기(equalizer) 및 확산 스펙트럼(spread spectrum) 방식의 변조방식을 사용함으로써 주파수 선택적인 특성을 보상시켜 줄 수 있는 수신 시스템의 구성이 필요하다 하겠다. 위의 시뮬레이션 결과는 한정된 선로모델과 부하모델을 통해 얻은 결과이지만 전력선 모델

을 설계하는 과정의 1차적인 기초자료가 될 수 있으리라 판단된다.

4. 결 론

본 논문에서는 저압 맥내망에 대한 저비트율 전력선 모델 적용을 위해서 34평형 단위세대 아파트의 전력선로모델과 가정용 부하의 등가 임피던스 모델을 대상으로 distributed circuit 을 해석하여 전력선 채널 특성 분석을 수행하였다.

맥내 전력선 채널은 가정용 부하에 의한 브리지 탭 환경의 감쇠 채널로써 거리에 의한 영향보다 신호 전파 경로상의 부하 임피던스를 포함한 브리지 탭 특성에 의해 신호 감쇠 및 왜곡이 발생하게 됨을 확인하였다. 신호 감쇠는 10-450kHz 대역에서 평균 10.53[dB] 정도 발생하여 맥내 차단기의 영향으로 3.02[dB] 의 추가 감쇠가 발생함을 시뮬레이션을 통해 확인하였다. 또한 특정 주파수 대역에서는 23[dB] 이상의 감쇠가 발생하여 주파수 선택적인 채널 특성을 나타내는 것을 확인하였다. 이러한 감쇠폭과 주파수 선택적인 특성은 높은 잡음특성을 가지는 전력선채널의 통신 성능을 제한하는 요소이며 이러한 열화요소를 보상하기 위해서는 적응적으로 ISI를 보상하는 채널 등화기, 확산 스펙트럼방식등의 통신시스템 설계가 필요하다 하겠다.

이러한 전력선 채널 특성 분석 방식은 맥내 전력선 통신망과 가정용부하의 물리적 특성에 기초하여 보다 정확한 채널 특성을 얻을 수 있는 방식이라 하겠다. 이와 같은 방식을 보다 효과적으로 적용하기 위해서는 맥내 산재한 많은 가정용 부하의 임피던스 및 다양한 형태의 전력선로망 구성에 대한 적절한 모델링이 차후에 지속적으로 필요하다 하겠다.

참 고 문 헌

[1] H. C. Ferrerira, H.M. Grove, O.G. Hooijen, and A.J. Han Vinck, "Power Line Communications: An Overview", IEEE AFRICON 4th, vol.2, pp: 558-563, 1996.

[2] D. Radford, "Spread spectrum data leap through AC power wiring", IEEE Spectrum, vol.33, pp: 48-53, Nov. 1996.

[3] K.M. Dostert, "Power lines as high speed data transmission channels-modelling the physical limits", in Proc. IEEE 5th Int. Symp. Spread Spectrum Techniques and Applications, vol.2, pp: 585-589, 1998.

[4] O.G. Hooijen, "A channel model for the residential power circuit used as a digital communications medium", IEEE Trans. on, Electromagnetic Compatibility, vol.40, pp:331-336, Nov., 1998.

[5] An American National Standard, IEEE Guide for Power-Line Carrier Applications.

[6] P. K. Van Der Gracht and R. W. Donaldson, "Pseudonoise signalling for power line carrier applications", IEEE Trans. on Power Delivery, vol. PWRD-1, pp: 79-84, Jan. 1986.

[7] Draft EIA Home Automation System (CEBus), Electronic industries Association, Washington, D.C., 1992.

[8] T. Bostoan, O. Van de Wiel, "Modelling the low-voltage power distribution network in the frequency band from 0.5 MHz to 30 MHz for broadband powerline communications (PLC)", in Proc. Broadband Communications, Int. Zurich Seminar on, pp: 171-178, 2000.

[9] G. Marubayashi, and S. Tachikawa, "Spread spectrum transmission on residential power line", in Proc. IEEE 5th Int. Symp. Spread Spectrum Techniques and Applications, vol.3, pp: 1082-1086, 1996.

저 자 소 개



안 남 호 (安 男 皓)

1974년 10월 24일생. 2000년 중앙대학교 전기전자제어공학부 졸업(공학사). 2000~현재 중앙대학교 전자전기공학부 석사과정. 주관심 분야는 전력선 통신, 이동 통신, 디지털 신호처리등임.
Tel : 02-820-5318
Fax : 02-812-1293
E-mail : anh98@jupiter.cie.cau.ac.kr



장 태 규 (張 泰 奎)

1955년 11월 13일생. 1979년 서울대학교 전기공학과 (공학사). 1981년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사), 1981년~1982년 현대엔지니어링(주), 1982년~1984년 현대전자산업(주). 1987년 Univ. of Florida 전기공학과 졸업(공학박사). 1987년~1990년 Tennessee State University, Assistant Professor, 1990년~현재 중앙대학교 전자전기공학부 교수. 주관심분야는 통신, 신호처리, 디지털 오디오등임.
Tel : 02-820-5318
Fax : 02-812-1293
E-mail : tgchang@cau.ac.kr