

전력선을 이용한 음성전달 시스템 개발

Development of Sound Transmitting System using Power Line

반용준*, 강민우*, 구경완*, 이명섭**, 한상옥*

(Yong Jun Park*, Min-Woo Kang*, Kyung-Wan Koo*, Myung-Sup Lee**, Sang-Ok Han*)

Abstract

This paper presents a result of sound transmitting system with power line communication technique. Sound transmitting system is a transmitter which transmits modulated audio signal to power to power line and receiver which is capable of detecting it with earphone or speaker. It has been evaluated with the frequency characteristics and spectrum analysis. And, from the result of evaluation on the developed system, we confirm the superior sound transmitting characteristics, and the possibility of application on a language laboratory.

Key Words : Power line Communication, Sound Transmitting, transmitter, receiver, frequency characteristic

1. 서론

전력을 수송하는 매체로만 인식되던 전력선을 다양한 데이터의 전송도로 활용하는 전력선 통신(PLC: Power Line Communication) 기술은 표준화 및 상용화를 눈앞에 두고 있다.[1,2]

PLC 기술의 활용 가능한 분야로는 전력공급망, 대내망, 산업자동화망, 통신 가입자망 등으로 각분야별로 다양한 활용 영역을 갖고 있다. 특히 대내망(In-house network)으로서의 활용은 공용망에서 분리된 개별 수용가내에서의 각종 가전기기, PC 및 주변기기들을 상호 연결하는 형태를 취할 것이며, 망 구축시 비용 절감의 측면에서 큰 강점을 가지고 그 이용이 가시화되고 있다.[3,4]

최근 외국어의 조기교육 열풍 속에서 특히 영어의 조기교육 필요성이 대두되면서 초등학교에서 영어교육이 실시되고 있지만, 제대로 갖추어진 어학 실습실을 갖추고 있는 학교는 드문 실정이다.

이러한 문제점을 안고 있는 어학실습실을 보다 합리적이고 간편하고 효과를 충분히 높일 수 있는 방안으로 음성 신호를 변조 주파수에 실어 전력선을 통신 시스템으로 구현하고 어학실습실용 등으로의 활용 가능성을 평가하였다.

2. 시스템 구성

본 시스템은 그림 1과 같이 크게 송신기와 수신기로 구성하였다. 송신기에는 시스템에 전원을 공급하는 전원부, 음성신호를 증폭하는 전치증폭기, 증폭된 음성신호를 송신주파수에 실어 전력선으로 전송하는 AM변조기 그리고 송신주파수를 발생시키는 발진부로 구성하였고, 수신기는 전원을 공급하는 전원부, 송신주파수만을 선택하는 동조회로,

* 영동대학교 정보·전자공학부

** 충남대학교

(충북 영동군·읍 설계리 산 12-1 영동대학교

Fax: 043-740-1129

E-mail : niceban77@hotmail.com

동조된 미약한 주파수를 증폭해 주는 전치증폭기, 증폭된 주파수에 실려있는 음성신호를 검출하는 검파기, 검파된 음성신호를 이어폰이나 스피커로 들을 수 있게 하는 전력증폭기로 구성하였다. 또한 송신기에는 AM 및 FM 라디오 그리고 녹음기를 장착하여 라디오 청취나 녹음테이프를 음악이나 어학 등을 송신하도록 하였다.

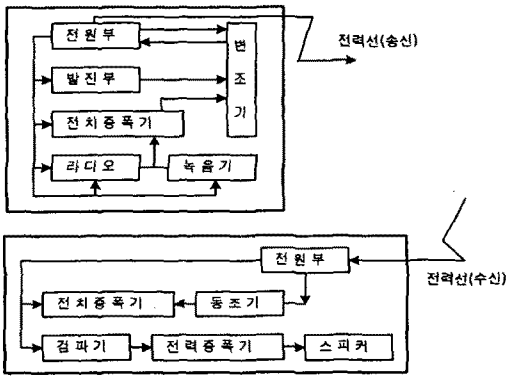


그림 1. 시스템 개요

2.1 송신기

본 시스템은 직류전압 12V로 동작하게 설계하였고, 상용전원인 교류 220V를 변압기를 이용하여 전압을 낮춘 다음 다이오드로 전파정류와 캐패시터로 평활시킨 후 12V/1.2A 정전압 IC 7812로 12V전원을 만들어 시스템에 공급하였다. 이는 전원부에서 이루어진다.

전치증폭기는 미약한 신호를 큰 신호로 바꾸어 주는 역할을 하는 것으로, 연산증폭기 LM741로 반전증폭기를 구성하고 단전원으로 동작하게 하였다. 또한 신호가 크면 진폭변조율이 커지므로 출력단에 가변저항을 이용하여 변조의 포화를 방지하고 적당한 변조율을 조절하도록 하였다.

발진기와 변조기는 음성신호를 송신하기 위한 캐리어 주파수를 수정진동자인 CMOS IC의 4069를 이용하여 1MHz를 발진시키고 4040으로 1/2 분주하여 500kHz를 얻은 다음 4016의 콘트를 입력단에 공급하였다. 4016은 일종의 로직으로 구동되는 스위치로 그림 2와 같이 4016의 스위치 입력단에 전치증폭기에 들어 온 음성신호를 입력하고 발진부에서 공급되는 500kHz의 송신주파수를 스위치 콘트를 단에 입력하여 진폭변조를 시켰다.

그러나 이 파형은 구형파이므로 많은 체배주파수를 함유하고 있어서 TR과 인덕터를 사용한 공진 회로를 구성하여 정현파로 만들었다.

이때 TR은 2SC1815를 사용하였으며, 인덕터는 헤테로다인 AM라디오에 사용되는 중간주파트랜스를 이용하여 1차와 2차를 절연시킨 다음 캐패시터로 전력선과 연결하여 송신되도록 하였다.

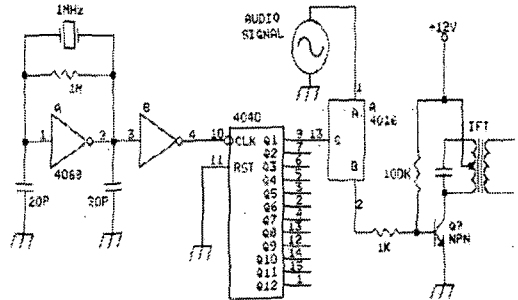


그림 2. 발진기 및 변조기 회로도

2.2 수신기

수신기에서의 전원부와 전치증폭기는 송신기에서와 같은 회로로 구성하고 동작시켰다.

동조기라 함은 어떤 특정주파수 만을 선별해 내는 것으로 공진회로로 구성된다. 본 시스템에서는 그림 3와 같이 캐패시터와 중간주파트랜스를 이용하여 전력선과 절연시키고, 캐패시터를 부가하여 LC공진회로로 구성하여 500kHz를 동조시켜 신호를 받아 들였다. 이때 중간주파트랜스에 내장되어 있는 페라이트 코어를 회전시켜 인덕턴스 값을 바꾸어줌으로 해서 공진주파수의 미세조정을 하였다.

이렇게 동조되어 나온 신호 또한 매우 미약하므로 전치증폭기로 신호를 증폭한 다음 다이오드를 이용하여 검파하고, 다시 캐패시터와 저항을 사용하여 차단주파수가 20kHz인 1차 저역필터를 구성하여 음성신호만 출력되도록 하였다.

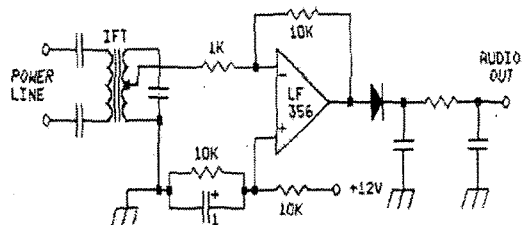


그림 3. 동조회로 및 검파회로

검파된 음성신호는 이어폰이나 스피커를 구동하지 못하기 때문에 스피커를 구동할 수 있는 전력증폭기를 구성하였다. 단, 전원 동작의 전력증폭기는 OTL방식으로 여러 개의 TR로 구성되는 것이 일반적이거나 요즈음은 이러한 전력증폭기가 출력별로 패키지화되어 있는 IC가 있어서 본 시스템에서는 1W급인 삼성반도체의 KA2201을 사용하여 그림 4과 같이 구성하고 입력 단에 가변저항을 붙여 음량을 조절하도록 하였다.

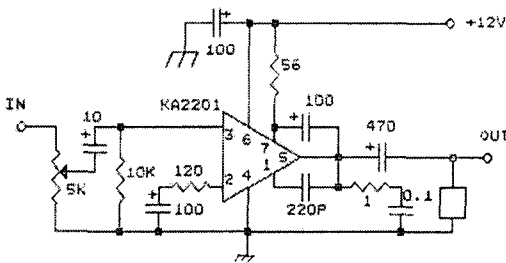


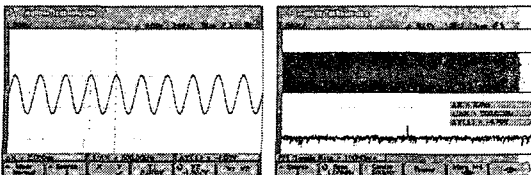
그림 4. 전력증폭기 회로

3. 성능실험 및 결과

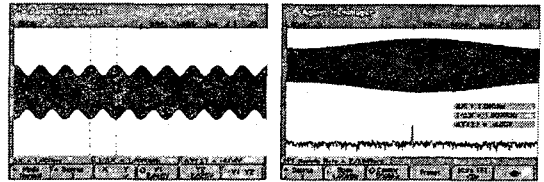
3.1 송신기의 부하(전력선)가 없는 상태

송신기의 특성은 우선적으로 전력선으로 송신하기 전 즉, 전력선에 연결하지 않은 상태에서의 주파수특성을 살펴보았다. 송신기에 무변조 상태에서의 캐리어주파수와 신호발생기로 1kHz, 5kHz, 10kHz, 15kHz, 20kHz 정현파를 입력하였을 때의 출력파형과 스펙트럼을 측정하였다.

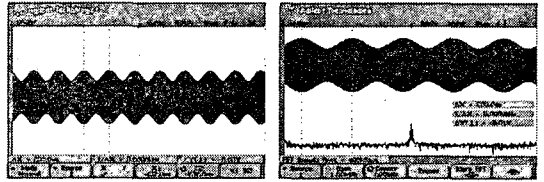
그림5은 무부하 상태에서의 송신기의 주파수 특성과 스펙트럼을 본 것이다. 그림에서와 같이 무변조시 캐리어주파수의 파형은 정현파로 일그러짐 없이 측정되었으며, 스펙트럼을 본 결과 2차 주파수가 나타나지 않았다. 그리고 1kHz, 5kHz, 10kHz, 15kHz, 20kHz의 정현파를 변조시켰을 때의 파형 또한 깨끗하게 나옴을 볼 수 있었으며, 스펙트럼 또한 변조주파수와 캐리어주파수 외에는 보이질 않았다.



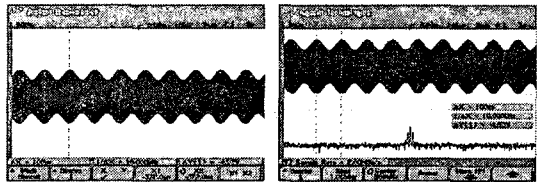
(A) 무변조 시



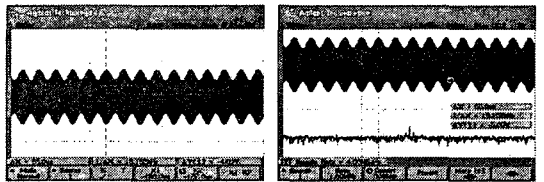
(B) 1kHz 변조



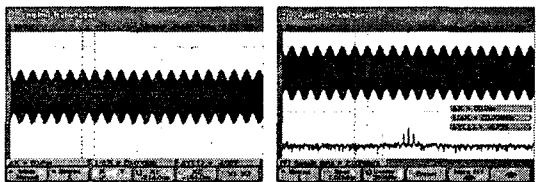
(C) 5kHz 변조



(D) 10kHz 변조



(E) 15kHz 변조



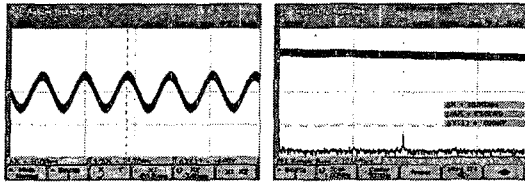
(F) 20kHz 변조

그림 5. 부하(전력선)가 없는 상태의 파형과 스펙트럼

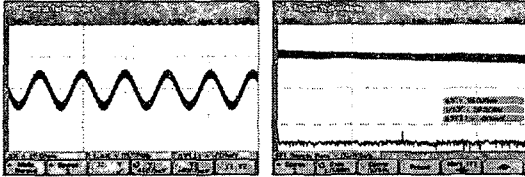
3.2 송신기의 부하(전력선)에 의한 주파수특성

송신기에 무부하 상태와 마찬가지로 무변조시와 정현파를 입력하고 출력 단을 전력선에 연결했을 때의 파형과 스펙트럼의 변화를 살펴보았다.

그림 6의 그림에서 무변조 시의 파형을 보면 캐리어주파수 500kHz가 상용전원 주파수 60Hz에 실려 있는 것을 볼 수 있다. 마찬가지로 변조된 주파수 또한 60Hz에 실려 전력선에 송신되고 있는 것을 알 수 있으며, 스펙트럼 또한 무부하 시에 상용전원 주파수 60Hz가 나타남을 볼 수 있었다.



(A) 무변조 시



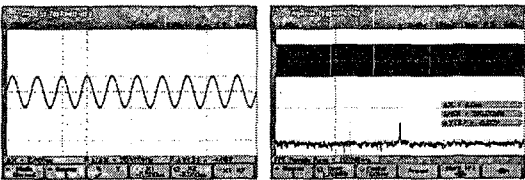
(B) 1kHz 변조

그림 6. 부하(전력선) 상태에서의 파형과 스펙트럼

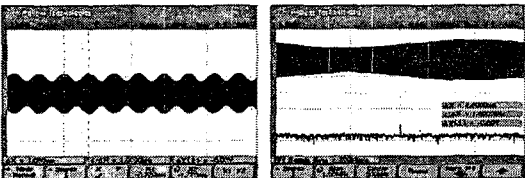
3.3 수신기의 동조 후 주파수특성

송신기에 무변조 상태와 1kHz, 5kHz, 10kHz, 15kHz, 20kHz의 정현파를 변조시켜 전력선으로 송신하고 이 수신기로 받아 들어 송신주파수를 동조시킨 다음 그 파형과 스펙트럼을 관찰하였다.

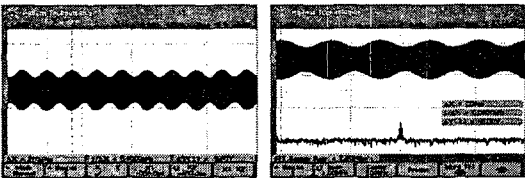
그림 7에서와 같이 무변조 시에는 캐리어주파수만 그리고 변조 상태에서는 송신기에서와 같이 변조된 파형이 그대로 검출됨을 볼 수 있었으며, 스펙트럼 또한 잡음으로 작용하는 60Hz가 나타나지 않았다.



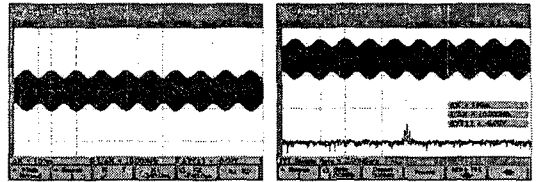
(A) 무변조 시



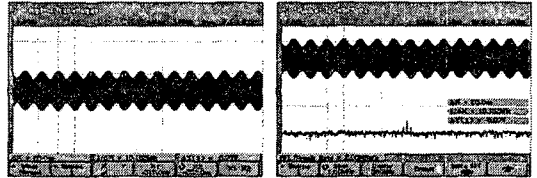
(B) 1kHz 변조



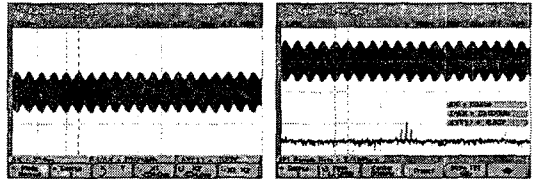
(C) 5kHz 변조



(D) 10kHz 변조



(E) 15kHz 변조

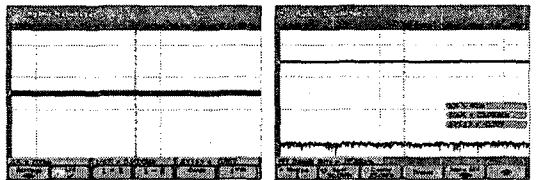


(F) 20kHz 변조

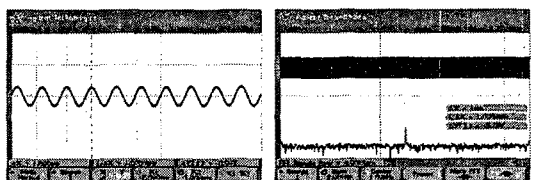
그림 7. 동조되었을 때의 파형과 스펙트럼

3.4 수신기의 검파 후 주파수특성

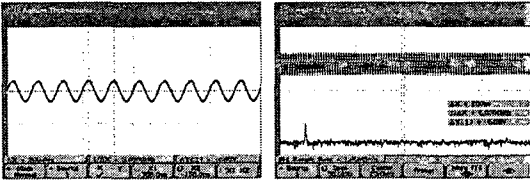
그림 8은 2.2에서 논의한 바와 같이 동조되어진 주파수를 전치증폭기로 증폭하고 다시 검파하여 전력증폭기로 입력되어 출력되었을 때의 파형과 스펙트럼이다. 그림에서 보는 바와 같이 무변조 시에는 파형이 관측되지 않았으며, 변조시켰을 때는 변조시킨 주파수 파형이 관측되었으며, 스펙트럼 또한 변조주파수 외의 캐리어나 상용전원 주파수 같은 것이 나타나지 않았다.



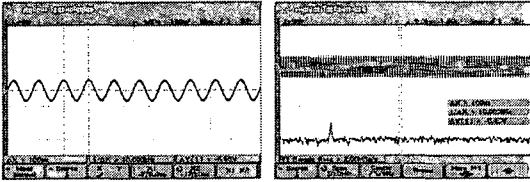
(A) 무변조 시



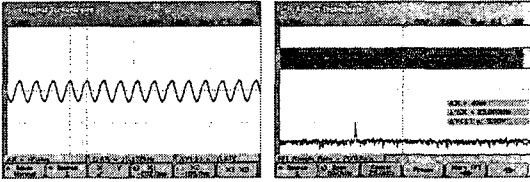
(B) 1kHz 변조



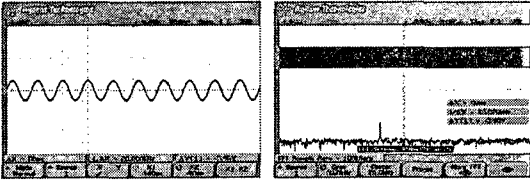
(C) 5kHz 변조



(D) 10kHz 변조



(E) 15kHz 변조



(F) 20kHz 변조

그림 8. 최종 출력시의 파형과 스펙트럼

4. 결론

전력을 수송하는 매체로만 인식되던 전력선을 이용하여 캐리어방식의 송신기로 음성신호를 진폭변조하여 전력선에 송신하고 이를 다시 송신주파수를 수신기로 동조하여 검파하여 음성신호로 변환시켜 그 특성을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

송신기

- 500kHz의 캐리어주파수는 2차 스펙트럼이 나타나지 않았다.
- 부하(전력선)가 없을 경우 캐리어와 변조주파수 외의 스펙트럼이 없었다.
- 부하상태에서는 60Hz에 변조된 캐리어주파수가 실린다.

- 캐리어 송신방식에서 60Hz의 영향을 받지 않는다.

수신기

- 송신주파수에 대한 동조가 잘 이루어졌다.
- 검파한 결과 변조신호(음성신호)는 깨끗하게 복조되었다.
- 60Hz의 잡음이 전혀 없었다.

참고 문헌

- [1] <http://www.Keyintelecom.com>
- [2] Powerline Communication, The Send World Congress, Geneva, Oct. 2000.
- [3] S. Koutroubinas, T. Antonakopoulos, V. Makios, "A new efficient access protocol for intergrating multimedia services in the home environment", IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 45, no.3, pp.481-487, Aug. 1999
- [4] J. Desbonnet and P. M. Corcoran, "System Architecture and Implemenation of A CEBus/INTERNET Gateway", IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 43, no. 4, pp. 1057-1062, Nov. 1988.
- [5] 손승만, 류지원, 연제문, 구경완, 이명섭 "태양전지를 이용한 송·수신기" 한국전기전자재료학회 2000년도 추계학술대회 pp417~420, 2000
- [6] 구경완, 이명섭, 김홍덕 "전력선과 조명기기를 통신 매체로 하는 송·수신기" 특허출원 10-2000-0081424