

전력선을 이용한 AM방식의 인터폰 개발

박종연, 강도형, 최 원 호
강원대학교 전기공학과

Development of Power Line Interphone by the Amplitude Modulation Techniq

Park, Jong-yeun Kang, Do-Hyung Choi, Won-Ho
Department of Electrical Engineering, Kangwon National University, Korea

Abstract - This paper has developed the power line interphone system with the amplitude modulation technique. We described the Amplitude modulation and demodulation circuit and the line coupler for the implementation of the power line interphone. and suggested the experimental result for the signal attenuation, demodulated signal, spectrum.

는 Motorola 社의 MC1496 IC chip을 사용하였으며, 외 부적으로 MC1496은 반송파 및 기저대역(음성신호) 입력 단과 +12V, -8V전원부, 및 변조신호 출력단으로 구성되 어있다.

1. 서 론

전력선 통신시스템은 정보를 포함하는 신호 또는 기저 대역(Baseband) 신호를 전용회선의 설치비 절감을 목적 으로 별도의 전용선 없이 220V 전원의 전력선 채널을 통하여 전송하는 통신을 일컫는다.
이에 본 논문은 기존의 발당 및 가정 또는 선박 등에 저렴한 비용으로 인터폰을 구현할 목적으로 전력선 채널 을 통한 아날로그 AM 통신 변복조 및 증폭기, 라인커플러 회로에 관한 설계지침을 제시하고, 전력선상의 채널 특성에 대한 이론적 고찰과 실제 거리에 따른 신호의 감 과 가능여부에 대하여 실험하였다.

2. 시스템 설계

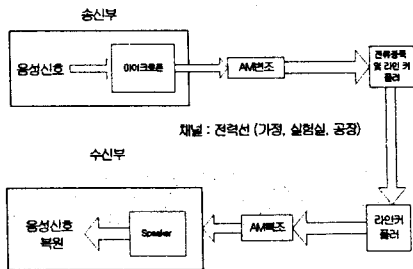


그림 1. AM방식의 인터폰의 블럭도

그림 1은 AM방식의 인터폰을 나타낸 블럭도이며, 전 력선을 통신 채널로 이용하여 음성신호를 전달하는 것으 로서, 이를 위하여 AM 변조부, 전류증폭부, 라인커플러, AM 복조부를 설계하였다.

2.1 송신부

2.1.1 DSB - SC AM 변조 모듈

일반적으로 AM변조는 가장 용이한 방법이며, 저렴하게 구성할 수 있는 시스템으로서, 본 연구에서는 반송파의 전력을 억제하여 전송하는 DSB-SC(반송파억제) 방식을 이용하였다. 그리고, 이를 위한 DSB-SC AM 변조기로

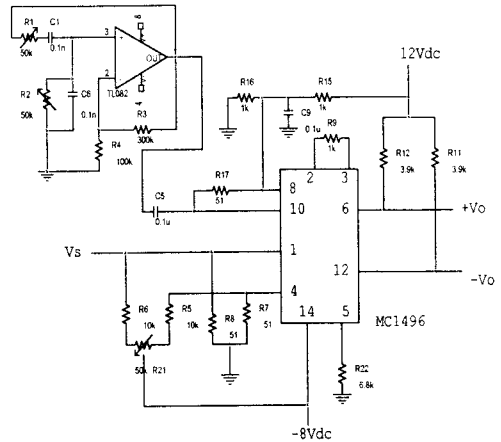


그림 1. AM 변조회로

2.1.2 Carrier Frequency Generating Module

본 연구에서는 반송파 주파수 회로를 구현하기 위하여 Wien 브리지 발진기를 선택하였으며, 아래와 같은 회로 이다.

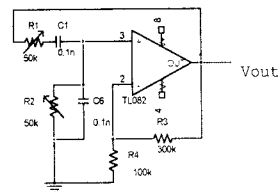


그림 2.반송파 회로

위의 발진기의발진주파수는

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC} \dots\dots\dots (1)$$

$$R=R_1=R_2, C=C_1=C_2$$

$$\frac{1}{2\pi \cdot 12.7k\Omega \cdot 0.1n} \approx 125kHz \text{ 로 하였다.}$$

2.2 전력선 전류 증폭기 회로

AM 변조된 신호의 출력을 증폭시키기 위하여 라인 커플러 전단에 Push-Pull 방식의 전류증폭기 회로를 구현하였다.

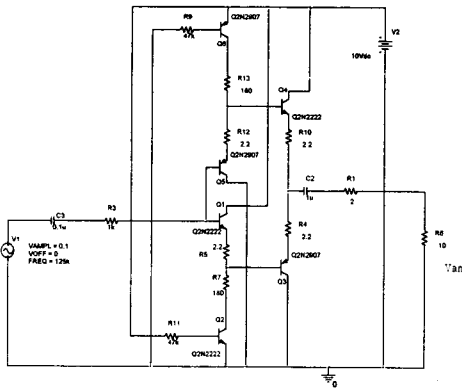


그림 3. 전류증폭기회로

2.3 전력선 라인 커플러 회로

본 연구에서 아래와 같은 라인 커플러를 제안하였다.

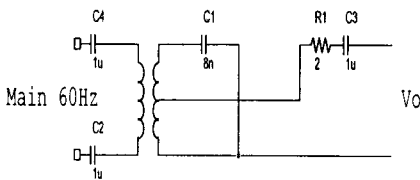


그림 4. 라인커플러

본 연구에 사용된 라인커플러는 전력선으로부터 주요부분을 절연시키고, 전력선으로 송신신호를 전송뿐만 아니라 송신신호의 고조파 성분을 필터링하는 것을 목적으로 설계되었으며, 이에 TOKO T1002N을 변압기로 사용하였다.

1차측은 2개의 권선으로, 2차측은 1개의 권선으로 이루어졌으며, 공진 주파수는 다음과 같은 식에 따라 결정된다.

$$Freq = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq} \cdot C1}} \dots\dots\dots (2)$$

이다.

여기서 L_{eq} 값은 변압기의 등가인덕턴스이며, 약 200µH의 값을 갖게 되며, 식 (2)에 의하여, 만약 125kHz로 전송하기 위하여 $C1 = 8nF$ 를 사용하였다..

2.4 수신부

본 연구에서는 송신된 AM 변조신호를 복조하기 위하여 Transistor를 이용하여 포락선 검파 회로를 구현하였다.

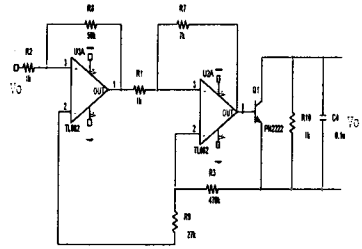


그림 5. 포락선 검파회로

3. 실험결과 및 고찰

3.1 송신부의 출력변조 파형

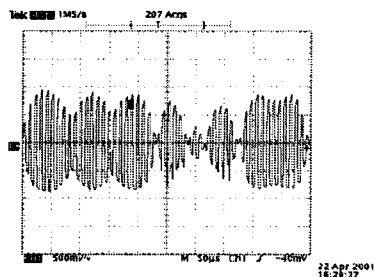


그림 6. 송신부 변조파형

그림 6은 커플러의 통과하여 전력선으로 전송되는 출력 AM 변조 파형을 나타낸 것이며, $V_p = 2V$ 내외에 값을 갖고 있다.

3.3 거리 변화에 따른 수신부 파형 및 스펙트럼

3.3.1 거리 5m 일 경우

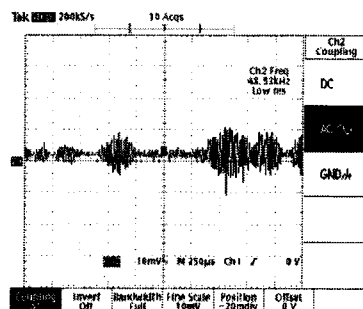


그림 7. AM 검파회로 입력신호(5m)

그림 7은 거리 5m 일 경우의 수신 파형을 나타낸 것으로, 신호 감쇄를 구해보면, 아래의 식에 따라,

$$(Attenuation) \text{ dB} = 20 * \text{LOG}_{10} \left(\frac{V_{transmit}}{V_{receive}} \right) \dots(3)$$

실제 값을 구해 보면,

$$\text{신호감쇄 dB} = 20 * \text{LOG}_{10} \left(\frac{1.8}{0.1} \right) = 25\text{dB}$$

가 되며, 실제로 복원된 음성신호도 아주 선명하게 들을 수 있으며 아래의 그림 8과 같이 음성신호가 복원된다.

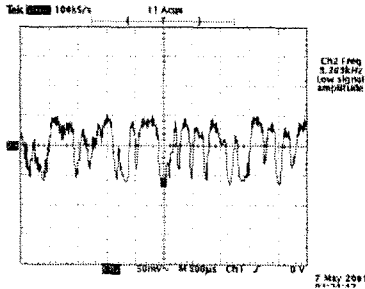


그림 8. 복원된 음성신호 파형(5m)

3.3.2 거리 80m 일 경우

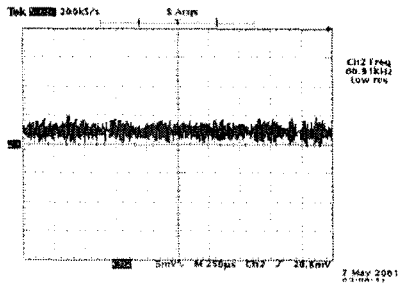


그림 9. AM 검파회로 입력파형(80m)

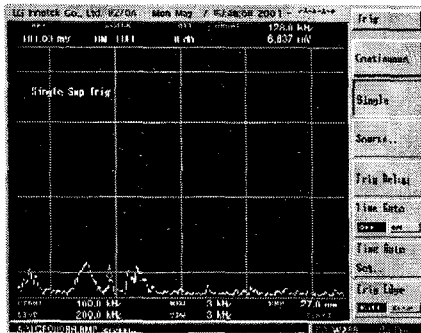


그림 10. AM 검파회로 입력스펙트럼

위의 그림9 및 10은 80m 거리의 수신부 입력 파형 및 스펙트럼 분포를 나타낸 것으로서 신호감쇄값을 구해보면,

$$20 * \text{LOG}_{10} \left(\frac{1.8}{0.01 \text{ 또는 } 0.001} \right) = 45 \sim 60 \text{dB}$$

까지 커진다.

그리고, 이러한 경우는 신호의 왜곡 및 감쇄가 심하여 거의 가청할 수 있는 정도를 넘는다.

그리고, 이에 대한 음성복원신호는 다음과 같다.

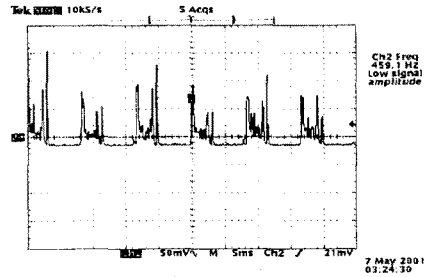


그림 11. 음성복원신호(80m)

위에서 볼 수 있듯이 거리에 변화에 따른 신호 감쇄 및 왜곡이 아주 심한 것으로 나타났다. 그리고, 이에 대한 신호 감쇄 변화정도를 아래와 같은 표에 나타나 있다.

Vs = 1.8v	5m	15m	25m	80m
Voltage	0.1	0.05	0.05~0.026	0.01~0.005
dB(attenuation)	25dB	31dB	31~40dB	45~60dB
State	low	low	moderate	high att

표 1. 거리에 따른 신호 감쇄 변화

4. 결 론

본 연구를 통하여 전력선상의 AM 통신의 가능 여부를 고찰한 결과로서, 신호의 왜곡 및 감쇄가 심하여, 이에 대한 수신기의 감도를 높여야 할 것으로 보이며, 전력선에 아날로그 통신방식을 시도하기 위하여 다음과 같은 개선방안을 제시하고 한다. 첫째, 라인커플러의 LC값은 가능한 송수신 회로 및 전력선의 특성임피던스에 고려하여 선정함으로써 신호의 감쇄를 줄이고, 둘째로, 전송특성에 따른 신호감쇄와 선로의 주파수특성이 분석되어야 하며, 셋째로, 수신기의 감도를 높이기 위하여 입력단 AGC(Automatic Gain Control)를 사용하여 전력선에 의한 신호감쇄에 대하여 신호를 증폭시켜야 할 필요가 있다고 판단된다.

(참 고 문 헌)

- [1] Hykin "Communication System"
- [2] 주병훈 "전력선 통신용 라인 커플러의 개발" 강원대학교 공식사학위 논문 2000년
- [3] 에셀론 社 "PLC 백서"
- [4] Intellisense® - The New Standard In PLC Home Automation

<후기>

본 연구는 강원대학교 BK21사업에 지원을 받아서 수행되었습니다.