

내잡음성 저속 전력선모뎀의 구현

이승민\*, 김명환\*, 이흥호\*  
충남대학교 전기공학과\*

Development of Low speed Power-Line-Communication for High Noise

Lee, Seung-Min\* Kim, Myung-Hwan\* Lee, Heung-HoLee\*  
Dept. of Electrical Eng. Chungnam National Univ.\*

**Abstract** - In this paper, an appropriate modulation method was implemented as their results presented in details and verified by the simulations. The data compensation method at momentary high noise occurrence by using retransmission request techniques that uses error checking was discussed. Finally, application of other modulation method by detection of error rate per bit according to variation of channel error caused by electric equipment that is connected to power line was studied.

1. 서 론

통신기술의 발전은 가정뿐만 아니라 산업 전반에 걸쳐 각 장치들 간에 망 구성을 가능케 하였다. 이러한 통신 기술에는 크게 유선과 무선으로 나누어질 수 있으며, 무선에는 적외선, RF, 블루투스, 레이저 등의 매체가 있고 유선에는 케이블, LAN, 전력선 등이 있다. 전력선을 이용한 통신을 가능케 하는 모듈을 전력선 모뎀이라 부르고 있다. 전력선 모뎀을 이용한 통신의 구성요소를 살펴보면 크게 전력선과 모뎀의 접속을 위한 Line-Coupler 부분과 변·복조 부분, 데이터 코딩부분, 신호처리 부분으로 나누어질 수 있다.

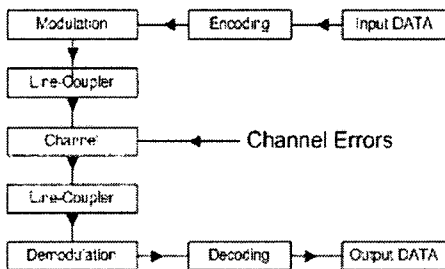


그림 1.1 전력선 통신의 기본 모델

본 논문에서는 모뎀의 각 부분별 특징을 살펴보고, 채널 환경에 맞는 부분별 이상적인 형태를 알아보았으며, 고 잡음 환경에 적합한 저속 전력선 모뎀을 구현하여 보고자 한다.

2. 전력선 모뎀의 구성

전력선을 통신채널로 이용하여 데이터를 전송하기 위한 시스템을 그림 2.1과 같이 구성하였다. 본 시스템은 데이터를 로직회로를 사용하여 인코딩하고, 마이크로 프로세서에서 나오는 PWM신호를 통하여 ASK 또는 FSK 변조한 후 전력선에 송신하며, 전력선에서 검출되는 신호는 비교 및 검출회로를 거친 후 디코딩 되어 마이크로프로세서로 수신되는 형태를 취하고 있다.

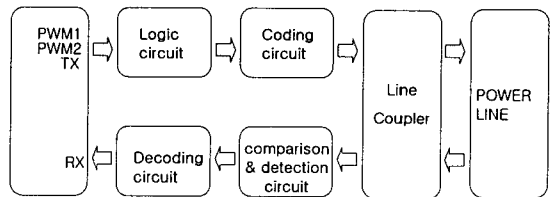


그림 2.1 전력선을 이용한 데이터 전송 시스템

2.1 Line-Coupler

전력선 통신에서 라인 커플러의 역할은 전력선에 신호를 실는 송신측과 전력선에 220V/60Hz속에 중첩된 신호를 검출하는데 매우 중요하다. 전력선을 통한 송신 시스템에서 line-coupler는 HPF의 역할을 해야 하며 수신 시스템에서 line-coupler는 BPF 역할을 해야 한다는 것이 line-coupler의 가장 기본적이며, 중요한 역할이다.

2.1.1 Line-Coupler의 구성

Line-Coupler는 아래의 그림 2.2와 같이 구성된다. 우선 전력선과 결합되는 부분을 보면(그림 좌측) C1이 트랜스포머의 L 값과 상호 작용을 하여 HPF(High Pass Filter)역할을 하고, 전력선에서 60hz 전원 성분을 제거하며 수신단에 신호주파수만을 전송하는 것이 이상적인 형태가 될 것이다. 모뎀과 결합되는 부분(그림 우측)을 보면 C가 L에 병렬로 연결된 구성을 보이고 있으며, 이는 송신 주파수를 전원단에 노이즈 없이 실기 위한 BPF(Band Pass Filter) 역할을 수행하여야 한다. 또한 전원단과 연결된 전체 임피던스를 맞추어 최대 효율로 전송하기 위하여 트랜스의 L성분과 C성분을 적절히 선정하여야 한다. 일반적으로 100Khz 대의 전송 주파수를 사용하기 위하여 라인커플러를 설계할 때는 트랜스포머의 L값이 수 uH 이하의 값을 가져야 한다.

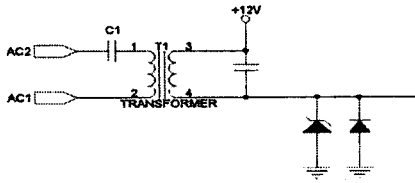


그림 2.2 일반적인 Line-Coupler의 구성

## 2.2 변, 복조 부분

### 2.2.1 ASK, FSK변조

본 논문에서 구현한 전력선 통신 모델은 ASK와 FSK를 전환해 가며 통신 할 수 있는 형태로 구성하였다. 이러한 구성을 위하여 마이크로컨트롤러의 PWM기능과 간단한 로직회로를 사용하였으며, 그 회로 구성은 그림과 같다.

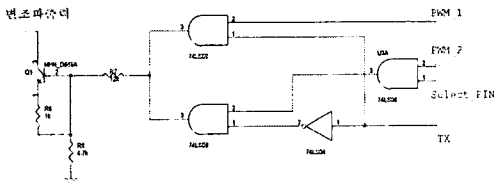


그림 2.3 PWM을 이용한 ASK, FSK 변조

그림 2.3에서 우측에 위치한 74LS08에 인가되는 PWM\_2와 Select\_PIN 신호는 TX 데이터가 LOW 일 경우 Select\_PIN에 의하여 10KHz 파형의 전송여부가 결정되며, 이는 FSK와 ASK의 선택을 의미한다. 입력으로 사용된 PWM\_1과 PWM\_2는 마이크로 컨트롤러에서 구현되며, 일반적으로 마이크로 컨트롤러에서는 PWM신호를 만들기 위하여 동일한 타이머를 공유하는 까닭에 주파수를 달리 하여 동시에 출력할 수가 없다. 그래서 PWM\_1은 Timer\_2를 이용한 PWM 출력 파형(100KHz)이며, PWM\_2는 Timer\_1을 이용한 검출 및 비교 모드로 만들어 지는 출력 파형(10KHz)이다. 본 논문에서 ASK와 FSK 방식에 대한 통신 특성 비교를 위하여 한 모듈에서 2가지 형태의 방식이 가능하게 구성하였으며, 일반적으로 ASK는 감도가 FSK에 비해 좋지만 잡음이 심한 환경에서는 FSK에 비하여 그 특성이 나쁘다는 것으로 알려져 있으며, 실험실 환경에서의 거리별 감도 특성을 실험 해 보았다. 그림 2.4는 거리별 ASK와 FSK의 감도 특성 그래프이다.

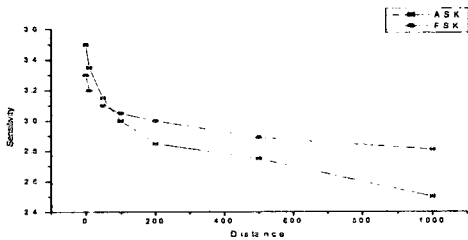


그림 2.4 거리별 ASK와 FSK의 감도 특성

거리별 ASK와 FSK의 감도를 살펴보면 50m 이내의 거리에서는 ASK가 FSK보다 감도가 우수하였으며, 그 이상의 거리에서는 FSK가 좋은 결과를 나타내고 있다. 이는 실험한 채널 환경자체가 잡음이 심한 환경을 고

려하면 ASK가 FSK보다 감도는 우수하지만 내 잡음성이 낮아 잡음이 심한 환경에서는 수신감도의 심한 감소를 보인다는 것을 알 수 있었다.

### 2.2.2 수신을 위한 복조 회로

PWM 변조방식을 통하여 변조된 전송 신호의 동기화 및 정형화를 구현하기 위하여 74LS194를 이용한 펄스 디코딩 회로가 수신단에 추가 되어야 하며, 아래의 그림 2.5와 같은 형태로 구성된다.

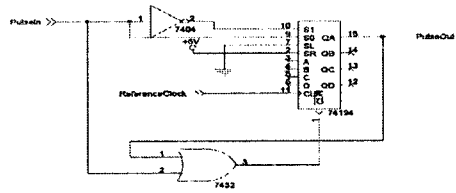


그림 2.5 펄스 디코딩 회로

단, 위의 펄스 디코딩 회로에서 74LS194의 기준 클럭은 입력 펄스의 1.5배 정도로 설정해야 한다. 또한 100KHz 주파수를 사용하여 9600bps로 통신을 시행할 경우 한 비트에 해당하는 펄스 수는 20개 정도가 PWM 파로 이루어지게 되는데, 이를 16개 이상은 HIGH로 인식하고 그 이하는 LOW로 인식하게 하여 복조를 이루기 위한 회로는 8bit 쉬프트 레지스터인 74LS164 두 개를 직렬로 구성하여 폴리플롭에 저장되어 병렬로 출력되는 16비트를 모두 AND를 취하여 HIGH인지를 판단하게 되면 16개 HIGH 입력을 하나의 HIGH 신호로 복조할 수 있다. 복조회로를 살펴보면 DATA 핀은 항상 HIGH 상태를 유지하고 있고, CLOCK 핀에는 펄스 디코딩 회로에서 출력으로 나오는 펄스 입력으로 하고 있다. 16개의 클럭이 들어오게 되면 HIGH로 인식된다. 또한 추가 동기화를 위하여 일정시간동안 클럭이 LOW가 입력될 경우 초기화 시키는 회로도 추가 되어야 한다.

### 2.2.3 비교부

수신신호의 전압 레벨에 따라 수신신호를 정형화 된 디지털 신호로 바꾸어 주어야만 여러 가지 신호처리가 가능해진다. 따라서 수신신호의 필터링 및 증폭 후 비교기를 통한 신호의 회로적인 처리를 거치게 된다. 그림 2.6은 먼저 커패시터를 통하여 직류성분을 제거한 후 클램프 다이오드 기능과 LM311을 사용하여 수신신호를 0.7V 전압 레벨로 수정한 후 약 0.3V 이상인 구간은 HIGH(5V)로 그 이하의 구간은 LOW(0V)로 출력을 하여 정형화된 디지털 신호로 만들어 주는 역할을 하고 있다.

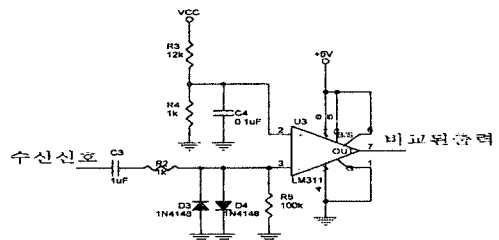


그림 2.6 비교기 회로

PWM 파형의 발생과 송, 수신 신호처리 및 코딩 및 디코딩을 구현하기 위하여 PIC16F876 마이크로 컨트롤러

를러를 사용하였다.

## 2.2.4 송신 시 전력선에 전송하는 전압을 가변 할 때의 전달 특성

일반적으로 전력선 품질에 측면에서 송전 전압의 5%, 주파수는 450KHz로 그 제한을 두고 있으며, 제한규정의 범령은 고속 전송을 위하여 주파수에 한하여 상향조정을 검토 중에 있다. 따라서 규정 전송 전압 내에서 효율적인 전력선 통신을 구현하여야 한다. 논문에서는 구현된 모델을 도구로 20M간 통신 거리를 두고 송신 전압을 0~12V 까지 가변 했을 경우 수신단에 검출되는 전압의 크기를 살펴보았다.

그림 2.7에서 송신 전압이 2V 부분에서 그 이하일 때는 수신 특성이 급격히 나빠지는 모습을 볼 수 있으며, 송신 전압은 8.5V 이상으로 올렸을 경우 상승한 전압에 비하여 수신 전압이 조금씩 증가하고 있음을 알 수 있었다. 대략 6V 전후에서 송신을 실시하면 적절하다 생각되며 최대 전력 전송을 위하여 본 논문에서는 고려하지 않은 최적의 임피던스 정합과 적응 필터의 개념을 도입하면 상당히 향상된 수신 특성을 볼 수 있으리라 예상된다.

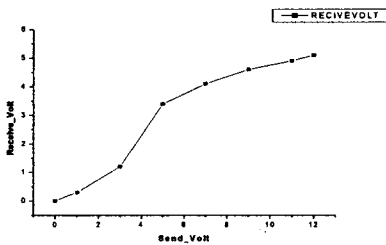


그림 2.7 송신전압 가변시의 특성

## 2.3 실험 및 고찰

20m 거리에서 송, 수신부분을 위치시키고 임피던스 정합의 개념을 배제한 상태에서 단일 Coupler를 사용하였을 때의 수신 파형과 분리형 Coupler를 이용하였을 때의 수신파형을 검출하여 보았다. 송신 주파수는 380KHz로 하였다. 아래의 그림 2.8은 송, 수신단을 분리하지 않은 형태의 Line-Coupler를 사용하였을 경우 수신단에 검출된 파형을 나타내고 있다. 그림에서와 같이 주기적인 전송신호의 검출은 가능하였으나 전송주파수 380KHz 보다 높은 고조파 성분이 존재하는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 수신부에서 HPF(High Pass Filter)에 적합한 영역의 BPF(Band Pass Filter)를 사용하면 보다 좋은 파형을 얻을 수 있을 것이다.

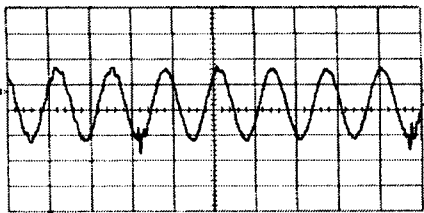


그림 2.8 고조파 잡음 성분 존재

일반적으로 전력선에는 넓은 주파수 영역에 걸쳐 미소한 잡음들이 존재하고 있으며, 이러한 불필요한 주파수

영역(잡음)을 제거하고 통신 거리에 따른 임피던스 정합을 고려할 때 효율적인 통신이 가능할 것이다.

아래의 그림 2.9는 분리형 Line-Coupler를 사용하여 동일한 380KHz의 전송 주파수와 20m 거리에서 수신된 전송신호를 검출한 파형을 보여주고 있다.

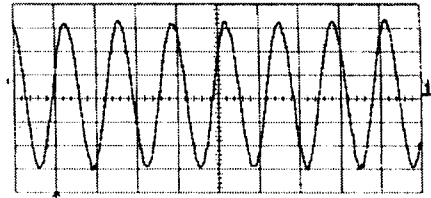


그림 2.9 정형화된 수신 파형

위 그림에서는 전송주파수 보다 높은 고주파 성분이 많이 제거된 정형화된 형태의 파형을 나타내고 있다.

## 3. 결 론

본 연구에서는 Line-Coupler의 기본적인 역할과 포함해야 할 기능에 대하여 살펴보았고, 일체형과 분리형 Line-Coupler의 형태를 구상하여 전력선 모델에 적용하여 그 수신된 파형을 보았다. 단일형 Line-Coupler를 사용한 경우에는 수신시 고주파 잡음 성분이 많이 존재하였으나, 분리형을 이용한 경우 그 고주파 성분이 제거됨을 알 수 있었다. 분리형으로 구성하게 되면 단일형에 비하여 제조 단가가 비싼 단점이 있지만, 그 특성이 크게 개선 될 수 있다면 적용할 가치는 있다고 하겠다. 또한 전송 효율을 향상시킬 수 있는 요소에는 여러 가지가 있으나, 우선 Coupler 부분의 정확한 이해와 개념 정리가 선행되어야 하겠고, 통신의 매체인 전력선의 통신 채널 특성을 분석하여 전송 신호의 임피던스 성분을 고려하여 Line-Coupler를 구성할 경우 L과 C성분의 파라미터 값을 적절히 산출하는 것이 중요하다고 하겠다.

## [참 고 문 헌]

- [1] Daniel Chaffanjon, "A Real KnowLedge of Propat -ion the Way of Efficiency and Reliability making PLC Generalization Feasible", ISPLCA98, pp57-59
- [2] National Semiconductor, "LM1893/Lm2893 Carrier-Current Transceiver", Manual, 1995
- [3] Dixon, R.C., Spread Spectrum System, New York -k. Wiley, 1976.
- [4] Lonmark 1.0, Lonwork forum, Feburary, 2000
- [5] James E. Vander Mey, "Spread Spectrum Communication for the CEBUS Powerline", IEEE, 1990

이 논문은 2001학년도 충남대학교 자체연구비의 지원에 의하여 연구되었음