

## 분리형 Line-Coupler를 적용한 전력선 모뎀의 구현

이승민\* 여진기\* 이흥호\*  
충남대학교 전기공학과\*

### Implementation of a PLC using divided Line-Coupler

Lee, Seung-Min\* Yeo, Jin-Gi \* Lee, Heung-Ho\*  
Dept. of Electrical Eng. Chungnam National Univ.\*

**Abstract** - 전력선 모뎀을 구현함에 있어 신호를 수신할 경우와 송신할 경우에 Line-Coupler는 필터링의 측면에서 서로 다른 구조를 가져야 한다. 또한 다른 구조를 채택하였지만 단일형으로 구성하였을 경우 송, 수신단은 서로 영향을 받을 수 있어 그 특성이 나빠질 수 있다. 본 논문에서는 송, 수신단을 분리하여 통신을 할 경우 단일형 보다 그 송, 수신 특성이 향상됨을 알 수 있었다.

Line-Coupler의 주요한 기능은 전송신호를 노이즈 없이 신기 위한 기능과 HPF(High Pass Filter)의 개념을 적용하여 전력선에서 220V, 60Hz의 전력성분을 제거(그림 1 (c))하고 신호성분만을 전달해야 하는 기능을 수행하여야 한다.

## 1. 서 론

통신기술의 발전은 가정뿐만 아니라 산업 전반에 걸쳐 각 장치들간에 망 구성을 가능케 하였다. 이러한 통신기술에는 크게 유선과 무선으로 나누어질 수 있으며, 무선에는 적외선, RF, 블루투스, 레이저 등의 매체가 있고 유선에는 케이블, LAN, 전력선 등이 있다. 과거 전력 전송의 수단으로만 인식되어 왔던 전력선을 통신의 수단으로 이용하는 기술은 저압 전력선부문에 대하여 상당부분 연구, 개발되어 있으며, 전송거리는 2Km까지 전송속도 2Mbps가 현재 최고의 기술로 알려져 있다. 또한 전력선을 이용한 통신을 가능케 하는 모듈을 전력선 모뎀이라 부르고 있다. 전력선 모뎀의 구성요소를 살펴보면 크게 송,수신한 데이터를 처리하는 신호처리부분, 처리된 데이터를 전력선에 실기 위한 전처리를 해 주는 트랜시버 부분과 데이터 신호를 실제 전력선에 실어 주는 Line-Coupler부분으로 나누어 볼 수 있다. 본 논문에서는 마지막으로 언급된 Line-Coupler를 분리한 형태의 전력선 모뎀을 구성하여 보고, 분리되지 않은 형태와 서로 비교해 보고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 Line-Coupler

전력선에 전송신호를 중첩시키는 아래와 같은 2가지 형태가 존재한다. 그림 1의 (a)는 시스템 부분에서 Neutral 또는 Earth를 제공할 경우 가장 일반적인 형태이고 절연이 되지 않은 경우이다.

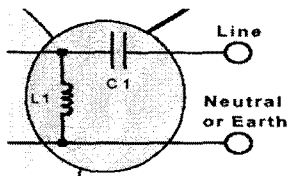


그림 1 (a) Non-Isolated

(b)는 절연된 트랜스를 통해 구현된 형태이다. (a)의 형태는 주로 유럽에서 적용되고 있는 형태이다.

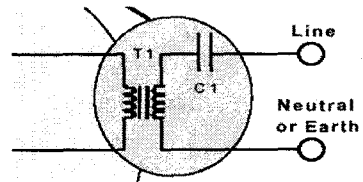


그림 1 (b) Transformer-Isolated

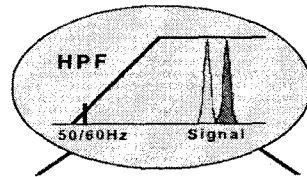


그림 1 (c) 60Hz성분의 제거

### 2.1.1 Line-Coupler의 구성

Line-Coupler는 아래의 그림 2와 같이 송신부, 수신부로 나누어 그 구성을 달리할 수 있다. 우선 송신부는 전력선에 전송신호를 실는 역할을 함으로 HPF(High Pass Filter)역할을 하는 것이 이상적인 형태가 될 것이다. 그리고 임피던스를 맞추기 위하여 트랜스 좌측의 L성분과 C성분을 적절히 선정하여야 한다.

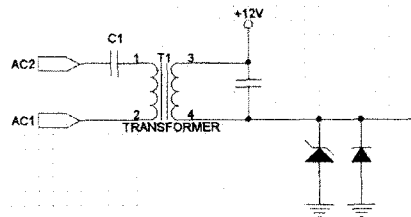


그림 2 (a) 송신 Coupler 부분

수신부의 이상적인 형태는 전력선에서 원하는 주파수 성분만을 손실 없이 수신하는 것이다. 그러므로, 여기서는 BPF(Band Pass Filter)역할을 하는 것이 적절한 것이다.

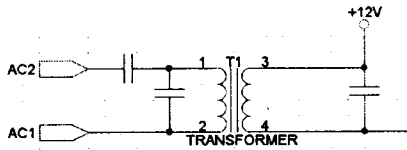


그림 2 (b) 수신 Coupler 부분

그림 2의 (b)를 보면 트랜스 좌측에 병렬로 C성분이 존재하는데, 이 성분을 추가한 결과 수신시 전송신호에 존재하던 전송 주파수 이상의 주파수 성분들이 제거되는 결과를 볼 수 있었다. 또한, 수신신호의 크기가 감소하는 단점도 가지고 있었다. 그러나 그 감소의 폭이 작고 임피던스 성분의 매핑을 고려할 수 있다면 이 단점을 개선될 수 있을 것이다.

### 2.2 전력선 모델 구성

본 연구에서는 아래의 그림 3과 같은 기본적인 형태의 전력선 모델을 구성하여 보았다.

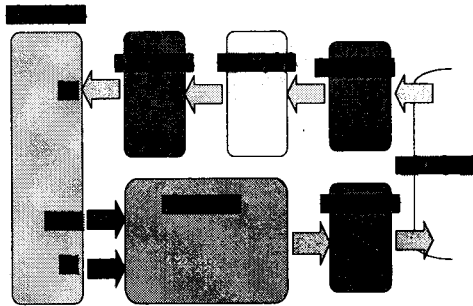


그림 3 전력선 모델의 구성

#### 2.2.1 수신부

Line-Coupler를 통하여 들어온 전송신호는 선로의 길이(임피던스 변화)에 따라 그 크기에 많은 변화가 있다. 본 논문에서는 거리에 따른 임피던스 매핑을 고려하지 않고 20m 거리에서 송, 수신을 하였다. 수신된 신호가  $\pm 0.5V$  정도로 미약하여 디지털 처리를 하기 위하여 증폭회로를 추가하였다.

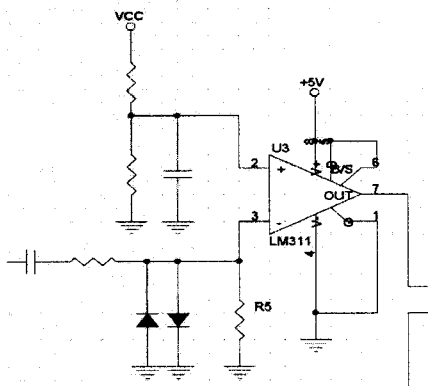


그림 4 크래프트를 이용한 비교기

증폭을 한 신호의 교류성분만을 통과시키기 위하여 직렬로 C 성분을 통과 시켰고, 회로보호측면에서 신호레벨이  $\pm 36V$ 라도  $\pm 0.7V$ 를 유지하기 위하여 크래프트 다

이오드 구조를 사용하였으며, 디지털 처리에 맞는 TTL 레벨로 변환하기 트리거 레벨을 0V로 맞춘 비교기를 달아 입력 신호가 0V보다 크게 되면 0V가 되고, 0V보다 작게 되면 +5V가 출력되게 하였다. 그리고 차후 트리거 레벨의 가변 할 수 있도록 하였다. 아래의 그림 5는 크래프트 다이오드와 비교기를 나타낸 것이다.

그림 4에서 비교기의 출력은 마이크로 컨트롤러의 타이머 동작 클럭으로 입력되어 그 전송신호를 카운터하는 동작을 수행한다.

#### 2.2.2 송신부

전송하고자 하는 신호는 마이크로 컨트롤러의 PWM을 이용하여 신호가 High일 때 PWM파형을 추가한 형태로 신호가 출력되게 되다. 그림 6은 송신부의 회로이다.

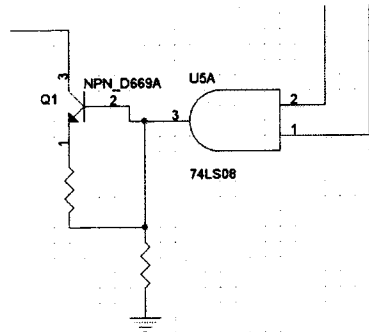


그림 5 PWM변조 송신부분

그림 6에서 Duty비를 조정된 PWM 파형을 전송신호와 AND 조건을 사용하여, 전송신호가 High 일 때만 PWM 펄스가 출력되고, Low 일 때는 출력되지 않도록 하였다.

#### 2.2.3 펄스 디코딩 회로

PWM변조방식을 통하여 변조된 전송 신호를 처리하기 위하여 74LS194를 이용한 펄스 디코딩 회로가 수신단과 마이크로 컨트롤러 사이에 추가 될 수 있으며, 아래의 그림 7과 같은 형태로 구성된다.

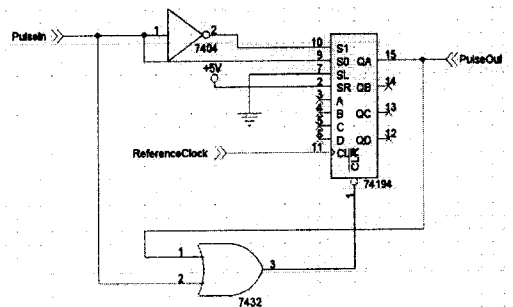


그림 6 펄스 디코딩 회로

위의 펄스 디코딩 회로에서 74LS194의 기준클럭은 입력 펄스의 4-5배 정도로 설정해야 한다.

#### 2.2.4 신호처리부

PWM 파형이 발생과 송, 수신 신호처리를 위해서 PIC16F873 마이크로 컨트롤러를 사용하였다. 아래의 그림 7은 그 구성을 나타내고 있다. 그림에서 수신된 신

호는 T1CLK으로 제공되며, 신호를 가공하고 판단하여 여유있는 I/O 포트에 제어신호를 발생 할 수 있으며, 소프트웨어적인 RS232 통신을 구현하면 PC와 인터페이스도 가능하다.

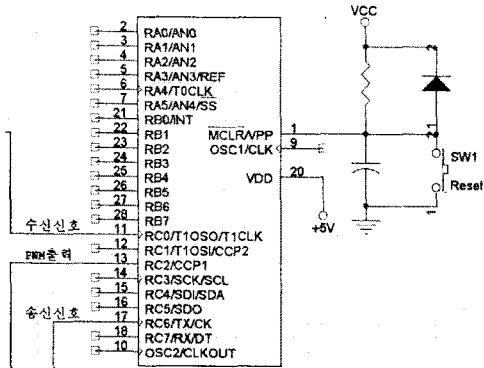


그림 7 신호 처리 부

CCP1에서 사용하고자 하는 PWM파형이 출력되며, 이는 TX 단자에서 나오는 전송신호와 함께 송신단에 있는 AND 게이트의 입력으로 제공된다. 또한 컨트롤러의 클럭은 통신할 클럭에 보다 수배 높은 클럭을 사용하면 될 것이다.

### 2.3 실험 및 고찰

20m 거리에서 송, 수신부분을 위치시키고 임피던스 매핑의 개념을 배제한 상태에서 단일 Coupler를 사용하였을 때의 수신 파형과 분리형 Coupler를 이용하였을 때의 수신파형을 검출하여 보았다. 송신 주파수는 380Khz로 하였다. 아래의 그림 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.

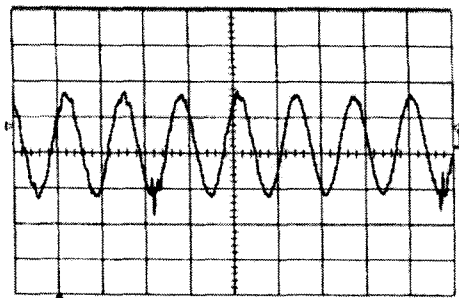


그림 8 고조파 잡음 성분 존재

일반적으로 전력선에는 넓은 주파수 영역에 걸쳐 미소한 잡음들이 존재하고 있으며, 이러한 불필요한 주파수 영역(잡음)을 제거하고 통신 거리에 따른 임피던스 매핑을 고려할 때 효율적인 통신이 가능할 것이다.

아래의 그림 9는 분리형 Line-Coupler를 사용하여 동일한 380Khz의 전송 주파수와 20m 거리에서 수신된 전송신호를 검출한 파형을 보여주고 있다.

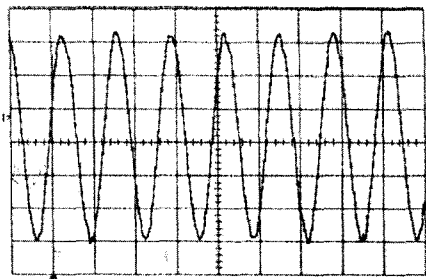


그림 9 정형화된 수신 파형

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 본 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 선로의 임피던스 성분을 고려하여 Line-Coupler의 구성할 경우 L과 C성분의 파라미터 값을 적절히 산출하는 것이 중요하다고 하겠다.

#### (참 고 문 헌)

- [1] Daniel Chaffanjon, "A Real Knowledge of Propagation 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, Wiley, 1976.
- [4] Lonmark 1.0, Lonwork forum, February, 2000
- [5] James E. Vander Mey, "Spread Spectrum Communication for the CEBUS Powerline", IEEE, 1990