

내잡음성 저속 전력선 모뎀의 구현

여진기, 이승민, 이흥호
충남대학교 전기공학과
전화 : 042-821-7605 / 핸드폰 : 017-347-9654

Embodiment of the Power-Line Modem for high noise environment

Jin-Ki Yeo, Seung-Min Lee, Heung-Ho Lee
Dept. of Electrical Engineering, Chung-Nam University
E-mail : jkyeo@smps.ee.cnu.ac.kr

Abstract

In the embodiment of power line modem, the important elements are selection of a suitable line-coupler, choice of a modulation method good for channel environments, and an efficient data coding method etc.

In this paper an appropriate modulation method was implemented their results in details and verified by the simulations. The data compensation request techniques that uses error checking was discussed. Finally, application of other modulation method by detection of error rate per bit according to vary of channel error caused by electric equipment that is connected to power line was studied.

부분에서의 기술이 필요하다. 전력선 통신 모뎀의 기술은 크게 고속과 저속의 2가지 방법으로 진행되고 있으며, 전력선 모뎀을 구성하는 요소에는 라인 커플러, 변·복조기, 코딩·디코딩, 신호처리 부분으로 나눌 수 있다. 라인 커플러 부분에서는 전력선이 직접적으로 결합되는 부분으로 적절한 L과 C값을 선정하는 것이 중요하고, 변·복조부분은 데이터를 신뢰성 있게 보내기 위하여 채널환경에 따른 변조방식의 선택이 중요하며, 전송효율의 향상과 에러의 감소를 위해 전력선 통신에 적용가능한 부호화 기법의 적용이 필요하다. 본 논문에서는 이들 각 부분에 일반적으로 적용되는 기술들을 살펴보고 잡음에 강한 저속 전력선 모뎀을 구현하기 위하여 각 부분별 필요한 사항에 대한 요소에 초점을 맞추어 연구하였다.

I. 서론

전력선 통신은 널리 알려진 유, 무선 통신기술과 유사하나, 전력전송의 수단으로만 인식되던 전력선(Power-Line)을 통신정보의 전달매체로 활용한다는 측면에서 기술의 혁신성을 찾아 볼 수 있으며, 전달 미디어인 전력선에 정보를 실어 보내기 위해서는 다양한

II. 전력선 통신 모뎀의 구성요소

2.1 라인 커플러(Line-Coupler)

전력선을 통한 송신 시스템에서 Line-Coupler는 HPF(High Pass Filter) 역할을 해야 하며 수신 시스템에서는 Line-Coupler는 BPF(Band Pass Filter) 역할을 해야 하는 것이 라인 커플러의 가장 기본적이며, 중요

한 역할이다.

(1) Line-Coupler의 구성

Line-Coupler는 아래의 그림1과 같이 일반적으로 구성될 수 있다. 우선 전력선과 결합되는 부분을 보면(그림 좌측) C1이 트랜스포머의 L값과 상호작용을 하여 HPF(High Pass Filter)역할을 하여, 전력선에서 60Hz 전원 성분을 제거하여 수신단에 신호주파수 만을 전송하는 것이 이상적인 형태가 될 것이다. 그리고 모델과 결합되는 부분(그림 우측)을 보면 C가 L에 병렬로 연결된 구성을 보이고 있으며, 이는 송신 주파수를 전원단에 노이즈 없이 신기 위한 BPF(Band Pass Filter)역할을 수행하여야 한다. 또한 전원단과 연결된 전체 임피던스를 맞추어 최대효율로 전송하기 위하여 트랜스의 L성분과 C성분을 적절히 선정하여야 한다. 일반적으로 100KHz대의 전송 주파수를 사용하기 위하여 라인커플러를 설계할 때는 트랜스포머의 L값이 수 uH이하의 값을 가져야 한다.

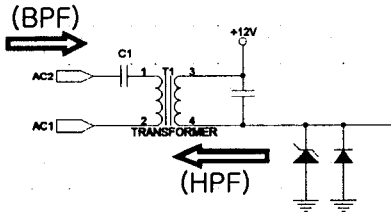


그림1. 일반적인 Line-Coupler의 구성

(2) Line-Coupler의 기본 모델링

그림2는 R_line은 전력선의 임피던스이고 R_modem은 모델의 출력임피던스이며, 결합계수를 M이라고 하면 기본적인 Line-Coupler은 다음과 같은 등가회로로 표현할 수 있다.

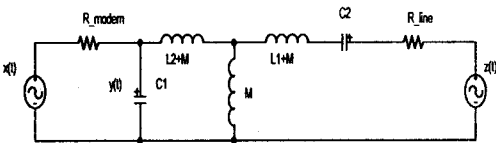


그림2. 기본 Line-Coupler의 등가회로

2.2 변, 복조 부분

(1) ASK, FSK 변조

전송하고자 하는 신호는 마이크로 컨트롤러의 PWM을 이용하여 신호가 High일 때 PWM_1(100KHz)파형을 출력하고, 신호가 LOW일 때는 Select_PIN을 이용하여 PWM_2(10KHz)또는 무출력을 구현함으로써

ASK와 FSK을 복합적으로 사용할 수 있다. 그림3은 변조부의 회로이다.

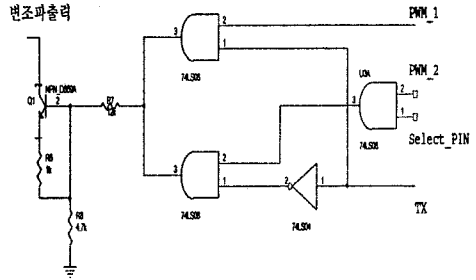


그림3. PWM을 이용한 ASK, FSK 변조

그림3에서 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. 또한, 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. 그림4는 거리별 ASK와 FSK의 감도 특성 그래프이다.

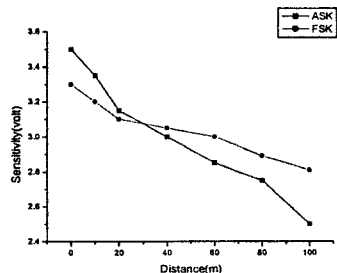


그림4. 거리별 ASK와 FSK의 감도 특성

거리별 ASK와 FSK의 감도를 살펴보면 50m 이내의 거리에서는 ASK가 FSK보다 감도가 우수하였으며, 그 이상의 거리에서는 FSK가 좋은 결과를 나타내고 있다.

(2) 수신을 위한 복조부분

PWM 변조방식을 통하여 변조된 전송 신호의 동기화 및 정형화를 구현하기 위하여 74LS194를 이용한 펄스 디코딩 회로가 수신단에 추가 되어야 하며, 아래의 그림 5와 같은 형태로 구성된다.

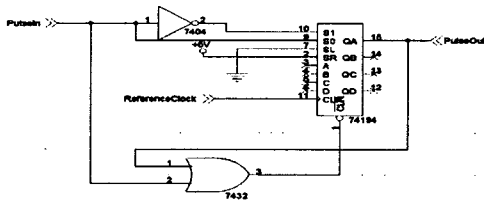


그림5. 펄스 디코딩 회로

단, 위의 펄스 디코딩 회로에서 74LS194의 기준클럭은 입력 펄스의 4~5배 정도로 설정해야 한다. 또한 100KHz 주파수를 사용하여 9600bps로 통신을 시행할 경우 한 비트에 해당하는 펄스 수는 20개 정도가 PWM파로 이루어지게 되는데, 이를 16개 이상은 HIGH로 인식하고 그 이하는 LOW로 인식하게 하여 복조를 이루기 위한 회로는 8bit 쉬프트 레지스터인 74LS164 두 개를 직렬로 구성하여 플립플롭에 저장되어 병렬로 출력되는 16비트를 모두 AND를 취하여 HIGH인지를 판단하게 되면 16개 HIGH 입력을 하나의 HIGH 신호로 복조할 수 있다. 그림6의 복조회로를 살펴보면 DATA 핀은 항상 HIGH 상태를 유지하고 있고, CLOCK 핀에는 펄스 디코딩 회로에서 출력으로 나오는 펄스를 입력으로 하고 있다. 16개의 클럭이 들어오게 되면 HIGH로 인식된다. 또한 추가 동기화를 위하여 일정시간동안 클럭이 LOW가 입력될 경우 초기화 시키는 회로도 추가 되어야 한다.

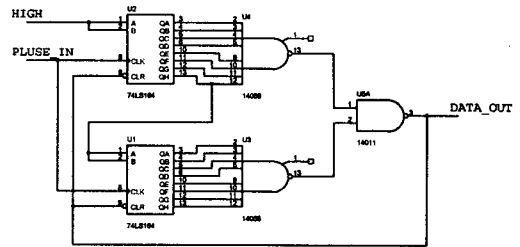


그림6. 복조회로

2.3 신호처리 부분

PWM 파형이 발생과 송, 수신 신호처리 및 코딩 및 디코딩을 구현하기 위하여 PIC16F876 마이크로 컨트롤러를 사용하였다. 그림7은 그 구성을 나타내고 있다. 그림에서 수신된 신호는 TICLK로 제공되며, 신호를 가공하고 판단하여 여유 있는 I/O 포트에 제어신호를 발생 할 수 있으며, 소프트웨어적인 RS232 통신을 구현하면 PC와 인터페이스도 가능하다. CCP1과 CCP2에서 사용하고자 하는 PWM 파형이 출력되며, 이는 TX 단자에서 나오는 전송신호와 함께 송신단에 변조회로의 조합을 통하여 ASK 또는 FSK 방식으로 커플러에 인가되며, 그 주파수는 필요에 의해 조절이 가능하다. 또한 컨트롤러의 클럭은 100KHz 이상의 PWM 파형을 부드럽게 출력하기 위하여 12MHz 클럭을 사용하고 있다.

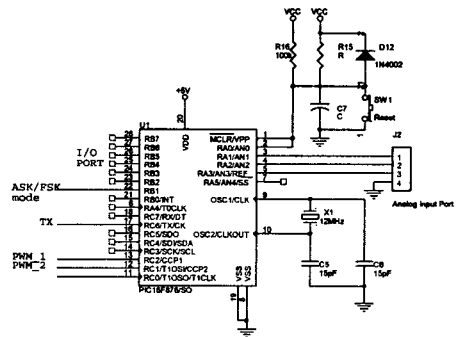


그림7. 신호처리부

2.4 송신시 전압 가변할 때의 전달특성

그림8 에서 송신 전압이 2V 부분에서 그 이하일 때는 수신 특성이 급격히 나빠지는 모습을 볼 수 있으며, 송신 전압은 8.5V 이상으로 올릴 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 매칭과 적응 필터의 개념을 도입하면 상당히 향상된 수신 특성을 볼 수 있으리라 예상된다.

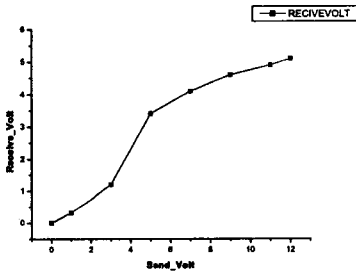


그림8. 송신전압 가변 시 수신특성

III. 구현된 모델의 통신특성

3.1 라인 커플러의 통신특성

전력선 통신의 송신주파수는 100-125KHz로 하였다. 그러나, Shannon의 식에 의하면 송신주파수는 데이터를 빠르게 전송하기 위하여 고주파로 전송하여야 한다. 그림9는 20m 거리에서 380KHz일 때의 노이즈 성분을 포함한 수신파형이다.

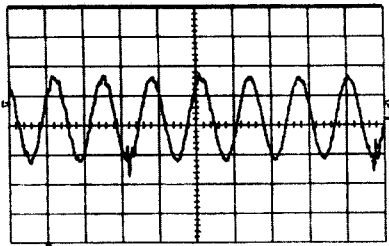


그림9. 수신파형(20m, 380KHz)

그림10은 같은 조건에서 BPF로 필터링한 파형이다.

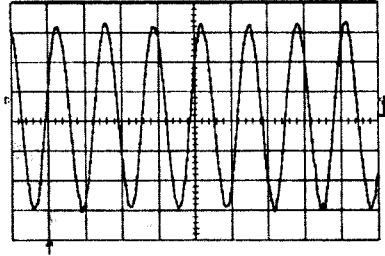


그림10. 수신파형(BPF)

IV. 결론

본 논문은 분리형 라인 커플러, ASK, FSK 변조 방식의 개념, 송신전압에 따른 특성에 대한 전력선 모델의 구성에 대하여 알아보았다. 그리고, ASK와 FSK방식을 PWM기능을 사용하여 전력선 통신에 적용해 본 결과 두 변조방식의 특성이 전력선을 통신 매체로 하는 상황에도 적절히 나타났으며, 잡음이 많은 환경에서 ASK는 짧은 통신거리에서는 수신특성이 좋았으나, 거리가 멀어 질수록 FSK보다 그 수신 특성이 크게 악화되는 것을 확인해 보았다. 여러 가지 회로를 응용하여 구현한 전력선 통신 모델을 이용하여 송신 전압의 가변에 따른 수신 전압의 변화를 관찰해 보니, 효율적인 전압레벨의 존재 가능성을 추측할 수 있었다. 효율적인 모델을 구현하기 위하여 통신 채널상황에 적합한 변조방식과 다양한 코딩, 디코딩 방법을 구현해 보는 것이 필요하다고 하겠다.

참고문헌

- [1] Powerline Communications, The Third World Congress, Oct.2000
- [2] <http://www.kevintelecom.com>
- [3] <http://www.enikia.com>
- [4] James E. Vander Mey, "Spread Spectrum Communication for the CEBus Powerline". IEEE, 1990
- [5] 박종연 외, "전력선 모델을 위한 Line-Coupler의 설계 및 특성", 대한전기학회 하계학술대회, pp.3132-3134, 1999. 7.

본 논문은 정보통신인력양성사업단 지원으로 수행되었음