

전력선 통신을 이용한 조광제어 시스템

박종연, 주병훈
강원대학교 전기공학과

Dimming Control system Using Power Line Modem

Chong-Yeun, Park Byung-Hun, Ju
Department of Electrical Engineering, Kangwon National University

ABSTRACT

전력선 통신을 이용한 조광제어 시스템은 전자식 안정기의 주파수 변조 방식을 이용하여 실시하였다. 전력선 통신에서 사용된 data 변조 방식은 FSK 방식을 이용하였으며 안정기의 스위칭 동작에 의해 발생하는 EMI는 140kHz 대역의 노이즈를 발생시키므로 본논문에서는 2단 필터를 사용하여 해당 대역의 EMI 60dB 감쇄시켰다.

경우 신호의 변복조기술과 EMI와 같은 노이즈에 대한 예방책이 필수적이라 할 수 있다.^[3] 본 논문에서는 신호의 변복조기술중 전력선 통신과 같이 열악한 잡음 특성^[4]에 강한 내성을 가지고 저속 데이터 전송에 유리한 FSK(Frequency Shift Keying) 변조를 선택하였으며 EMI의 발생 제거 및 노이즈 대책으로 전자식 안정기 앞단에 2중 EMI 필터를 사용하였으며, 에러 검출 알고리즘으로는 펄스 폭 신호 선택 알고리즘을 이용하였다.

I 서론

전자식 안정기는 자기식 안정기에 비해 에너지 절약등 많은 장점을 가지므로 형광등 조명시스템에서 사용이 점차 증가하고 있다.^[1] 전자식 안정기의 대부분은 고주파수에서 동작하도록 설계되는데 예로 수십kHz 주파수 대역에서 형광등의 광효율은 50~60Hz의 경우에 비해 약 20% 정도 증가하게 된다. 또한 전자식 안정기는 에너지 절감 효과 외에 깜빡임이 없고, 무게 및 부피가 감소하는 장점을 가지고 있다. 또한 주파수 변조기술을 활용하여 조광제어를 실현할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 전자식 안정기의 장점들을 살려 마이크로 프로세서를 이용한 조광제어를 실시하였으며 제어선을 기존의 조광제어 시스템에서와 같이 전용선을 사용한 것이 아니라 220V, 60Hz의 전력선을 이용하여 제어신호를 전송하였다.

전력선을 이용한 통신 시스템은 건물에 이미 설치되어 있고 많은 콘텐츠를 통해서 간편하게 접근할 수 있으므로 이러한 전력선을 정보를 전송하는 통신선로로 사용할 경우 별도의 통신 선로를 필요치 않으므로 기존의 통신 선로가 가설되지 않은 건물에서 건물의 손상없이 내부 통신 선로를 확보할 수 있다는 장점이 있다.^[2] 그러나 이러한 전력선은 전력의 공급을 목적으로 하므로 통신선로로 사용할

II 본론

1. 제안된 시스템

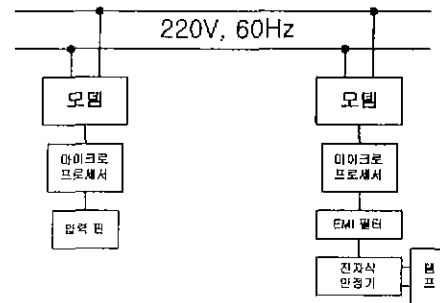


그림1 전력선 통신을 이용한 조광제어 시스템 블록도

그림1은 본 논문에서 제안한 전체적인 시스템의 블록도이다. 시스템은 전체적으로 전력선 모뎀부, 마이크로 프로세서부, 전자식 안정기부, EMI 필터부 등으로 크게 4가지로 나눌수 있다.

1-1 전력선 모뎀(Power Line Modem)부

PLM(Power Line Modem)은 마이크로 프로세서에서 나오는 제어신호(0~5V)를 FSK 변조하여 60Hz의 전력선에 실는 송신부와 전력선에 실린 변조신호를 FSK복조하여 원신호로 복원하는 수신부

로 이루어져 있으며, 모뎀의 내부는 FSK변복조부, 전류증폭부, 라인커플러부분으로 나뉜다.

먼저 FSK 변조부분은 SGS-Thomson사의 ST7537 통신전용 IC를 사용하였으며 유럽의 CENELEC EN50065 표준규약의 전송 주파수 12.5~140kHz 대역을 사용하였으며 '0'일때는 131.85kHz, '1'일때는 131.85kHz의 전송 변조주파수를 사용하였다.

전류증폭부는 FSK변조 신호의 전류를 증폭시킴으로써 신호의 전송 거리를 확장하는 역할을 수행하며 구성으로 푸시풀(Push-Pull) 증폭기와 컬렉터 증폭기로 이루어졌으며 디지털 변조기의 출력과 라인 커플러의 가운데 위치한다.

라인커플러부분은 전력선과 전류증폭기를 연결하고 전력선으로부터 모뎀의 나머지 부분과 60Hz 전원을 절연하고 130kHz 대의 수신된 캐리어 주파수 신호를 대역통과 필터로 검출하고 FSK변조된 신호를 전력선에 실는 역할을 수행한다. 사용된 라인커플러로는 TOKO사의 T1002N으로 턴수비는 4 : 1 : 1로 하였다.

라인커플러 주변 대역통과 필터의 소자값은 아래의 식으로 구하였다.

$$L_{eq} = L_{1t} + L_{4t} + 2M, \quad M = K\sqrt{L_{1t} \cdot L_{4t}}$$

$$K = \sqrt{1/2}, \quad L_{1t} = 9.4\mu H, \quad L_{4t} = 140\mu H$$

$$C_d = \frac{1}{L_{eq}(2\pi \times Freq)^2}$$

여기서, $Freq$ 는 변조 중심주파수값으로 132.45kHz이다.

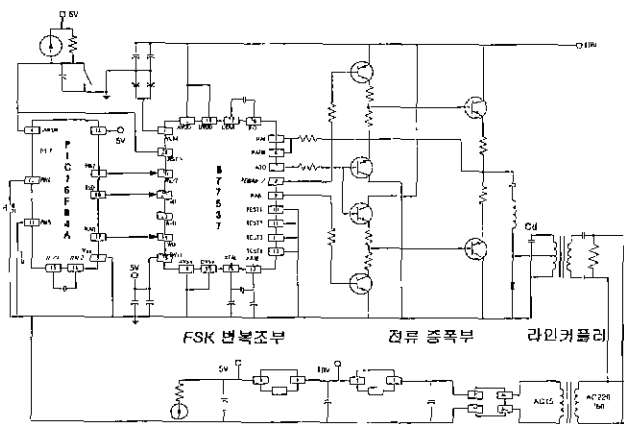


그림2. 전력선 모뎀의 송신부

송신 program

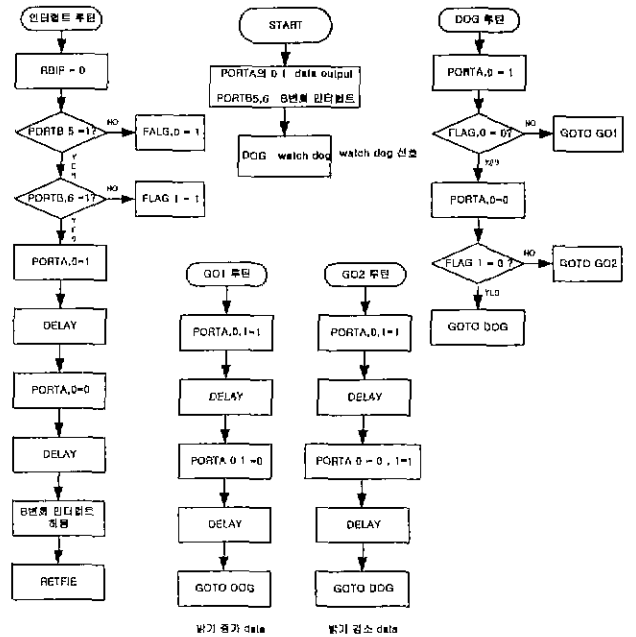


그림3. 송신부 플러워 차트

수신 program

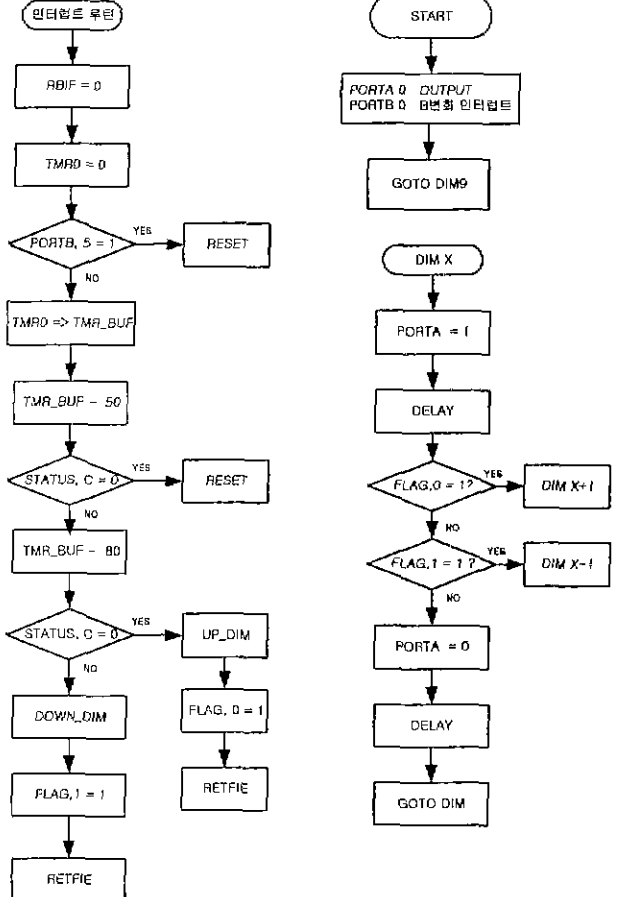


그림4. 수신부 플러워 차트

1-2 마이크로 프로세서부

◆ 송신부

송신부의 마이크로 프로세서는 인터럽트 설정에 의한 입력을 밝기의 증가 감소 데이터로 변환 모뎀 IC의 입력단으로 신호를 보낸다.

◆수신부

펄스폭 신호 선택 알고리즘을 이용하여 들어오는 신호의 펄스 폭을 체크하여 그 신호가 단순한 펄스 성 노이즈인지 데이터인지를 검사한다. 수신부의 마이크로 프로세서는 계속해서 안정기 구동 IC에 구형 고주파를 인가하고 수신 데이터에 의해 인터럽트를 발생시킨다. 이때 인터럽트 과정에서 구형 고주파 신호를 보내주어야 하므로 멀티 태스킹 (multi tasking)을 실시하여야 한다.

을 생성하는데 있어서 Half-bridge LC 공진 인버터를 사용하였고 안정기 구동 IC로는 IR2155를 사용하였다. 안정기의 조광제어는 주파수 변조방식으로 실시하였으며 변조범위는 총 8 단계로 나누어서 18kHz~25kHz 범위로 실시하였다.

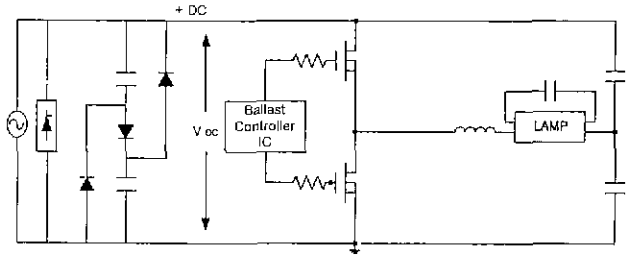


그림7. 전자식 안정기 개략도

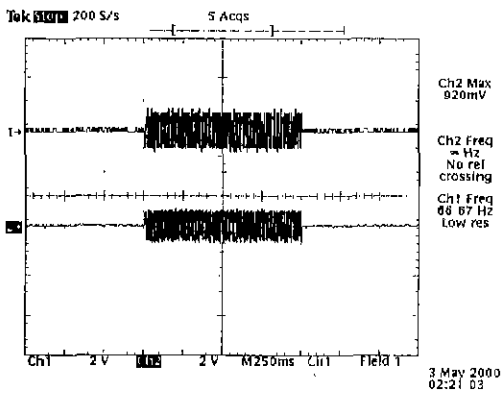


그림5. 변조된 송수신 신호

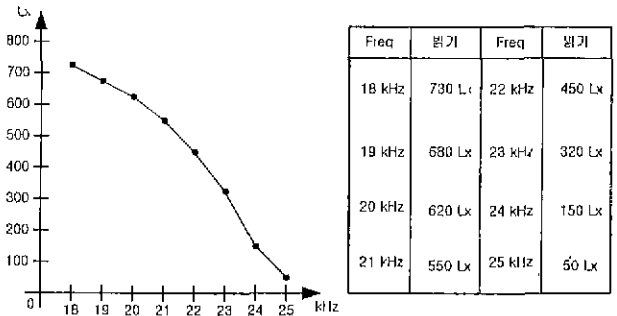


그림8. 조광제어에 의한 각 단계별 밝기

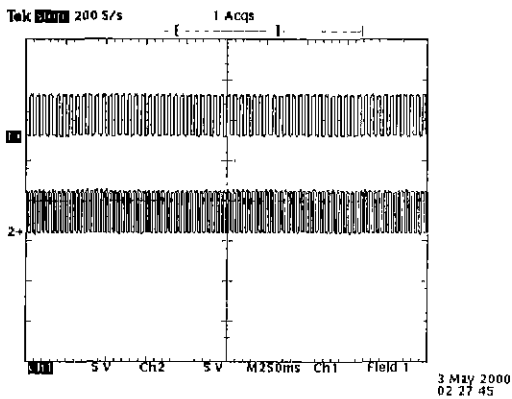


그림6. 송수신단의 watch dog 신호

1-4 EMI 필터부분

EMI 필터의 역할은 전원입력으로부터 들어오는 노이즈와 안정기의 스위칭 동작에 의해 발생하는 노이즈등을 제거하여주는 역할을 한다. 그림9는 전자식 안정기에서 발생하여 라인커플러를 통해 들어오는 잡음이 섞인 신호이고 그림10은 2단 EMI필터를 설치한 경우의 라인커플러를 통과한 신호이다.

1-3 전자식 안정기 부분

상용 교류전원 220V를 받아서 정류회로에 의해 직류전원으로 변환한 후 역률 개선회로로 인가, 스위칭 회로에 의하여 고주파 교류 전압으로 만들어지며 이러한 고주파 교류전압으로 형광램프를 점등한다.

그림7에서와 같이 역률 개선회로로 수동소자로 이루어진 밸리필회로가 사용됐으며 고주파 교류 전압

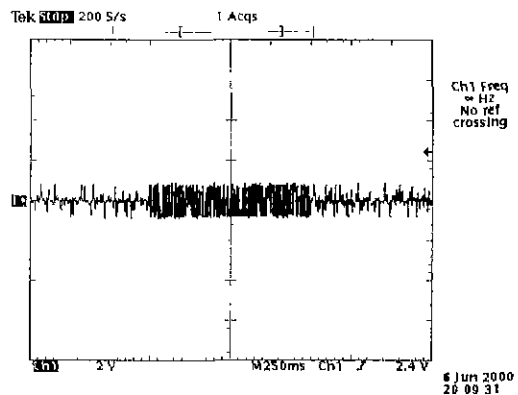


그림9 EMI 필터가 없는 경우

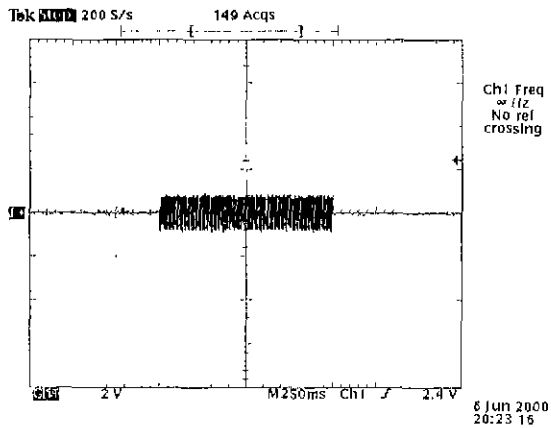


그림10 EMI 필터를 설치한 경우

전력선 통신에 사용되는 주파수 대역 130kHz 부근에서 동작주파수(18~25kHz)의 7고조파에 해당하는 EMI가 발생하여 수신부의 데이터 복조시 오류를 발생하게 한다. 그러므로 해당 대역에서 50dB 이하로 감소시키는 2단 필터를 구성하였다.

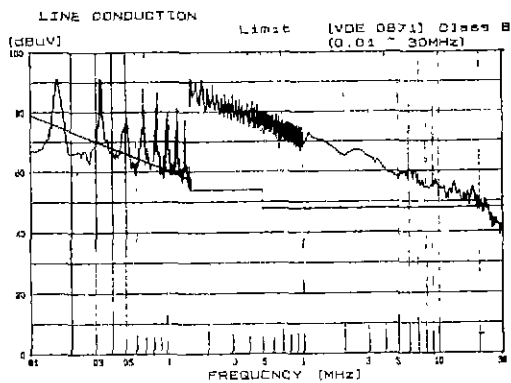


그림11. EMI 필터가 없는 경우

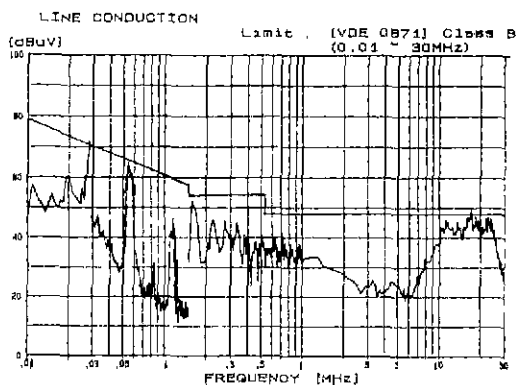


그림12. 2단 EMI 필터의 출력

2. 전력선 통신을 이용한 전자식 안정기 출력

그림 13과 같은 시스템 구성을 통해 주파수 변조 방식의 조광제어를 실시하여 그림13, 14와 같은 램프의 광출력을 측정하였다.



그림13 송,수신부



그림14 전체 시스템 구성

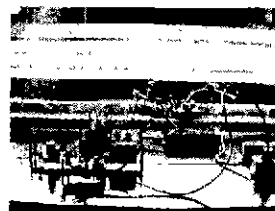


그림15. 18kHz시 광출력

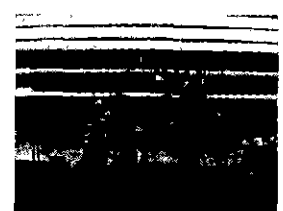


그림16. 24kHz시 광출력

III 결론

본 논문은 전자식 안정기를 이용한 조광제어를 기존의 건물에 설치되어있는 전력선으로 실현하였으며, 조광제어 단계를 주파수 변조 방식을 이용하여 8 단계로 나누어 실시하였다. 또한 이러한 조광제어를 범용 마이크로 프로세서(PIC16F84A)를 이용하여 제어 신호를 발생, 전달, 에러 검출등의 동작을 실행하였다.

앞으로의 연구 과제로는 EMI에 대한 데이터 에러율 감소 및 에러 정정, PC와의 호환을 통해 종합적인 전력선 통신을 이루어 빌딩 자동화의 구현을 실현하는데 있다.

참고 문헌

[1] W. R. Alling, "The integration of microcomputers and controllable output ballasts-A new dimension in lighting control" IEEE Trans. On Industry Applications, September 1984, pp 1198-1205
 [2] 박종연, 장복순 "주파수 직접확산 기술을 이용한 전력선 통신 시스템의 개발" 대한전기학회 논문집 제47권 7호1998, 11, pp.1023-1028
 [3] 박종연, 정동열 "Lamp용 안정기의 종류 및 특징" 명,전기설비학회지 1999, vol. 13.No. 1 pp.47-63
 [4] wChong-yeun, Park, Gye-hyun, Cho, " On the Channel Capacity by power line Network-Topology", ITC-CSCC99, pp. 1302-1305