

### 전력선 통신(Power Line Communication : PLC)기반의 형광램프용 조광 제어 칩 구현

노기환(blackhwak\_99@hanmail.net)\*, 이영일(yilee@snut.ac.kr)\*, 김정호(kimjih421@unitel.co.kr)\*\*,  
정범진(bjchung@xeline.com)\*\*\*

### Implementation of Power Line Communication PLC based dimming control chip for fluorescent lamp

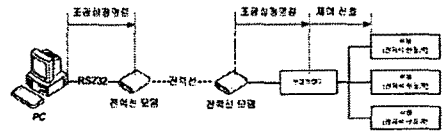
Kihwan Nho\*, Youngil Lee\*, Jungho Kim\*\*, Bumjin Jung\*\*\*  
CIE SNUT\*, Unix Co., Ltd.\*\*, Xeline Co., Ltd.\*\*\*

**Abstract** - 기존 형광램프의 조도 조절이 가능한 조광 가변 전자식 안정기의 경우 조광 설정 스위치와 조광가변 전자식 안정기와의 상호 연계 동작을 위해 안정기와 스위치 사이에 전원선 이외에 별도의 통신선로를 포설해야 하고, 이에 따른 비용 증가와 시공상의 어려움이 있다. 이런 단점을 극복하기 위한 방법 중의 하나로 전력선 통신을 사용할 경우 기축 건물에도 보다 쉽게 시공할 수 있으며, 별도의 통신 선로 포설에 의한 비용 부담도 줄일 수 있다.

본 연구에서는 (주)젤라인에서 개발된 ARM9 코어를 내장한 전력선 통신 칩(XPLC30)을 이용하여 기존 조광 가변 전자식 안정기에 전력선 통신 기능을 추가하여 조광설정 스위치와 안정기간의 통신이 전력선을 통하여 이루어질 수 있도록 하고, XPLC30의 여분의 프로세싱 능력을 활용하여 기존의 조광가변 전자식 안정기에서 사용하던 조광 제어 칩의 여러 기능을 XPLC30 칩이 대신할 수 있도록 하는 전력선 기반의 조광 제어 칩의 구현에 대한 연구를 하고자 한다.

기축 건물에는 시공이 어렵다는 단점이 있다.

이러한 단점을 보완하기 위한 방법 중 하나로 전력선 통신을 이용하는 방법이 있으며, 전력선 통신을 이용한 원격 조광 제어 시스템에 대한 연구 사례도 발표되고 있다[4]. 기존의 연구 사례를 살펴보면 그 구성은 <그림 1>과 같으며, PC의해 조광 설정 명령이 생성되어 전력선 모뎀과 전력선을 통하여 부하 제어기로 전송된다. 부하 제어기는 내장된 마이크로프로세서에 의해 전력선 모뎀으로부터 전달되는 조광 설정 명령을 해석하고, 안정기의 조광 제어에 필요한 신호를 발생시켜 개별적으로 안정기를 제어하게 된다.



<그림 1. 기존 연구 사례의 시스템 구성>

## 1. 서 론

일상생활에서 가장 흔히 접하게 되는 조명을 예를 든다면 형광 램프에 의한 조명이라 할 수 있을 것이다. 근래의 형광 램프에 의한 조명 형태를 살펴보면 기존의 단순한 On/Off 형태의 조명이 아닌 때와 장소에 따른 조명의 밝기를 조절하는 형태의 조명 시스템의 이용이 증가되고 있는 추세이다.

형광램프에 의한 밝기 조절이 가능한 조명 시스템을 구성하기 위해서는 형광램프용 조광가변 전자식 안정기와 형광램프의 조도 설정을 위한 조광 스위치는 반드시 사용되어야 하는 조명 시스템의 구성요소이다. 여기서 조광가변 전자식 안정기는 일반적으로 고정적인 고주파 주파수에 의해 최대 밝기로 점등되는 일반 전자식 안정기[1]에 조광 제어 칩[2]이나 소규모의 Micro Processor와 Half-Bridge 구동 드라이버를 사용[3]하여 점등을 위한 고주파 주파수를 가변시킴으로서 형광램프의 밝기가 가변될 수 있도록 하며, 형광램프의 관전류를 측정하여 안정적으로 형광램프의 밝기가 유지될 수 있도록 한다. 이러한 조광가변 전자식 안정기와 조광 스위치를 이용한 조명 시스템을 구성하거나, 원격에서 전체 조명 시스템을 관장하는 형태의 원격 조명 시스템을 구성할 경우 PC나 조광 설정 스위치와 조광가변 전자식 안정기 사이에 전원선 이외에 별도의 통신선로를 포설해야 하므로

하지만 부하 제어기와 조광가변 전자식 안정기의 위치가 멀어지게 되는 경우, 부하 제어기와 안정기를 연결하는 선로가 길어지게 되고 그로 인한 시공상의 문제는 여전히 단점으로 남게 된다.

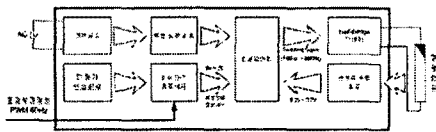
본 논문에서는 이와 같은 단점을 보완하기 위해 조광 가변 전자식 안정기 자체에 전력선 통신기능을 추가하고, 기존의 조광가변 전자식 안정기에서 사용하던 조광 제어용 칩이나 소규모의 마이크로프로세서의 기능을 대신할 수 있도록 하는 전력선 통신 기반의 조광제어 칩을 개발하였다. 이를 위해 (주)젤라인에서 개발된 ARM9 코어를 내장한 전력선 통신 모듈(XPLC3000)을 이용하여 조광가변 전자식 안정기에 전력선 통신 기능을 추가하였다. 아울러 전력선 통신 모듈의 전력선 통신 기능 이외에 여분의 프로세싱 능력과 외부 입출력 기능(ADC, PWM, DIO 등)을 활용하여 PID제어기를 구현하고, Half-Bridge 구동드라이버의 입력으로 사용될 기준 신호를 발생시켜 기존의 전자식 안정기에 적용된 조광 제어 칩이나 마이크로프로세서를 대신할 수 있도록 하였다.

본 논문의 구성은 2장에 본 연구에서 기본 모델로 한 조광가변 전자식 안정기의 동작 원리와 구성에 대한 간략한 설명과 이번 연구에서 제안할 조광 제어 칩을 적용한 조광가변 전자식 안정기의 차이를 설명하고, 3장에서 전력통신 기반의 조광 제어 칩의 구성을 하드웨어와 소

소프트웨어로 나누어 설명한다. 4장에서는 구현된 조광 제어 칩을 이용하여 실제로 안정기에 적용하고 별도로 제작한 전력선 통신 기반의 조광 스위치를 이용하여 전력선 통신에 의한 조광가변 전자식 안정기의 동작 상태를 확인하며, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 기존 조광가변 전자식 안정기와 전력선 기반의 조광가변 전자식 안정기의 차이

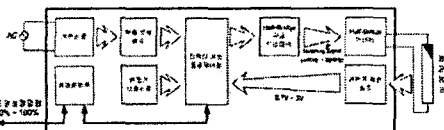
본 연구에서는 (주)유니룩스에서 개발 생산되고 있는 조광가변 전자식 안정기를 기본 모델로 하여 전력선 통신 기반의 조광 제어칩을 구현하고 적용할 수 있도록 하였다. 사용된 조광가변 전자식 안정기의 구성은 <그림 2>와 같이 전원회로, 역률보상회로, 안정기 보호회로, 조광 제어 칩과 Micro Processor, Half-Bridge인버터, 관전류 측정 회로로 구성된다.



<그림 2. 조광가변 전자식 안정기의 구성>

전원회로에서 상용 교류 전원을 직류 전원으로 변환시키며, 역률 보상회로[5]에서는 에너지 효율을 높일 수 있도록 무효 전력의 발생을 억제시킨다. 안정기 보호회로는 안정기 내의 전압 및 전류를 감지하여 이상상태 발생 시 이를 마이크로프로세서에 전달하는 기능을 담당하며, 마이크로프로세서는 보호회로로부터 입력되는 안정기의 상태를 조광제어 칩에 전달한다. 또한, 60Hz PWM 신호의 듀티비로 결정되는 조광 설정 명령을 마이크로프로세서로 입력받아 명령과 조도의 관계가 선형성을 이룰 수 있도록 이를 재조정하여 조광제어 칩에 전달한다. 조광 제어 칩은 마이크로프로세서로부터 입력되는 조광 설정 값과 관전류 측정회로로부터 측정되는 관전류를 입력받아 안정적인 조도 가변과 유지를 위한 Half-Bridge Switching Signal을 발생(44KHz ~ 88KHz)시키고 이상 상태 발생 시 Switching Signal의 발생을 중지시켜 안정기의 동작을 멈추게 한다.

본 연구에서 제안한 전력선 통신 기반의 조광 제어 칩을 적용한 안정기의 구성을 살펴보면 <그림 3>과 같다.



<그림 3. 전력선 통신 기반 조광가변 전자식 안정기의 구성>

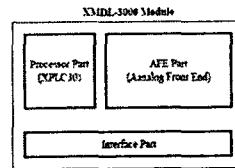
기본적인 동작 형태는 기존 조광가변 전자식 안정기와 같으나 전력선 통신 기능을 추가하기 위하여 사용된 전력선 통신 모듈이 적용된 전자식 안정기의 마이크로프로세서와 조광제어 칩의 기능을 통합한 형태로 구성되어 있기 때문에 이들을 연결하기 위한 일부 전자 소자를 제거할 수 있다. 또한 기존에 상용화 되고 있는 조광제어 칩을 사용하면 부가적인 기능 추가가 어려울 수 있지만, 전력선 기반 조광제어 칩은 안정기의 동작을 결정하는데

소프트웨어적으로 구현되기 때문에 보다 손쉽게 구현 가능하다. 하지만 기존 안정기와는 달리 전력선 통신 기능을 위하여 커플링 회로를 추가해야 하며, 전력선 통신 모듈(XMDL3000)이 범용적인 형태로 개발되어 모듈 자체 능력만으로 Half-Bridge인버터의 스위칭 소자(FET)를 구동시킬 수 없기 때문에 Half-Bridge구동 드라이버를 사용해야 한다.

## 3. 전력선 기반의 조광 제어 칩의 구성

### 3-1 H/W

본 논문에서 사용한 (주)젤라인에서 ARM9 코어를 내장한 전력선 통신 칩(XLML3000 모듈)을 사용하였으며, 구성은 <그림 4>와 같다. XMDL3000 모듈은 전력선 통신 기능을 기본적으로 지원하며, 외부 장치들과의 연결을 위하여 ADC, DIO, PC(Pulse Counter), PWM, 외부 인터럽트등 외부 입출력 기능과 내부에 Flash Memory를 내장하고 있어 필요에 따라 프로그램할 수 있으며 외부 장치들과 연동이 가능하도록 구성되어 있다.

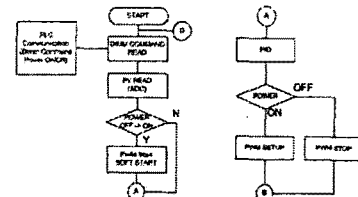


<그림 4. XMDL3000 모듈의 구성>

본 논문에서는 전력선 통신 기반의 조광 제어 칩을 구현하기 위해 XMDL3000 모듈의 외부 입출력 기능인 PWM과 ADC를 이용하여 Half-Bridge Switching Signal 생성을 위한 기준 신호의 발생과 관전류 측정회로에 의해 측정되는 관전류를 입력받도록 하였다.

### 3-2 S/W

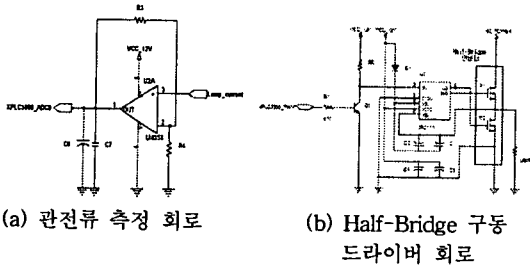
본 논문에서는 형광 램프의 빛의 밝기를 가변시키고 안정적인 조광제어가 이루어 질수 있도록 하기 위하여 입력되는 관전류를 Feedback받아 50%의 듀티비를 가지는 44KHz에서 88KHz사이의 PWM출력이 이루어지도록 하는 PID제어기를 구현하였다. 그리고 형광 램프의 점등 개시 동작시 형광램프의 예열을 위한 Soft Start기능을 소프트웨어로 구현하였다. 전체 프로그램의 흐름은 <그림 5>와 같다.



<그림 5. 프로그램 흐름도>

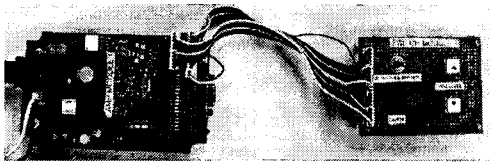
## 4. 실험 결과

실험을 위하여 사용한 조광가변 전자식 안정기에 <그림 6(a), (b)>와 같이 관전류 측정 회로와 Half-Bridge 구동 드라이버 회로를 수정/추가 하였다.

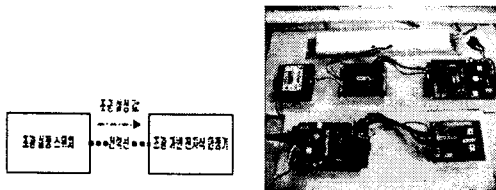


<그림 6. 인터페이스 회로>

또한 전력선 통신에 의한 조광 제어를 실험하기 위하여 <그림 7>과 같이 전력선 통신을 기반으로 하는 조광 설정 스위치를 제작하였으며, <그림 8>과 같이 전체 시스템을 구성하여 실험하였다.

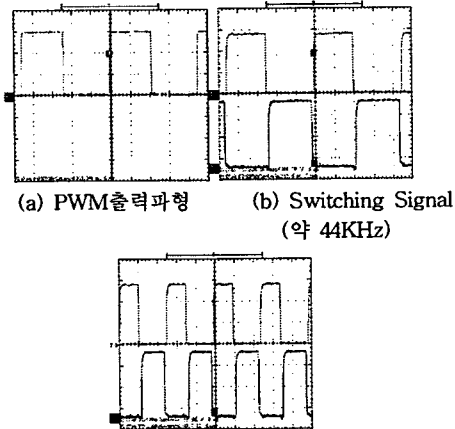


<그림 7. 전력선 기반 조광 설정 스위치>



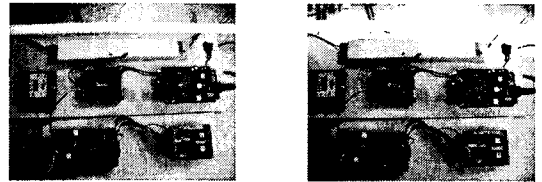
<그림 8. 전체 시스템 구성>

<그림 9(a)>는 구현된 조광 제어 칩에서 발생하는 PWM 파형이다. 이는 Half-Bridge구동 드라이버로 입력되어 Half-Bridge 인버터를 동작시키기 위한 기준 신호이며, <그림 9(b)>는 가장 낮은 조도로 형광 램프를 점등시키기 위한 Half-Bridge Switching Signal의 파형을 나타내고 있다. 또한 <그림 9(c)>는 형광 램프를 가장 높은 조도로 점등시키기 위한 파형을 나타내고 있다.

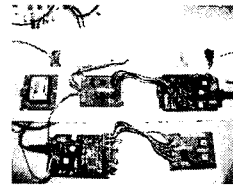


<그림 9. 각 부분 출력 파형>

그림 10은 구현된 전력선 통신 기반의 조광 제어 칩을 기존 전자식 안정기에 적용하여 형광 램프를 점등시키고 조도의 변화를 나타낸 사진이다.



<그림 10. 형광 램프의 점등 상태>



<그림 10. 형광 램프의 점등 상태>

## 5. 결론

본 논문에서는 전력선 통신 기반의 조광 제어 칩을 제안하였다. 제안된 조광 제어 칩은 전력선 통신을 기본으로 하여 형광 램프의 조도 변화를 위한 조광가변 전자식 안정기를 직접 제어함으로써, 기존의 안정기에서 사용하던 조광 제어 칩 또는 Micro Processor 그리고 부가적인 몇가지 전자소자들을 줄일 수 있도록 하였다. 이로 인해 기존 안정기에 전력선 통신을 이용한 조명 시스템을 시공할 때 안정기와 전력선 모듈이 별도로 구성되어야 하는 단점을 보완할 수 있으며, 조광 설정 스위치와 안정기간에 별도의 통신 선로가 필요 없게 되었다. 따라서 기축 건물에도 시공이 용이하여 별도의 통신 설로 포설에 따른 비용 부담도 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

## [참고 문헌]

- [1] 김성덕, 박우룡, 복영수, "電子植 安定器의 回路의 設計" 대전산업대학교 기술논문집 Vol. 1. No. 1. 1993
- [2] 어익수, "Dimming형 전자식 안정기의 개발", 호남대학교 학술논문집, Vol.20 No.2, [1999]
- [3] 박준용, 박종연, "전자식 안정기에 의한 형광램프의 조광제어", Journal of Telecommunication and Information, Vol. 7, 2003.
- [4] 박종연, 김한수, "전력선 통신을 이용한 PC상의 조광 제어 시스템", Journal of Telecommunication and Information, Vol. 5, 2001.
- [5] 박종연, 조개현, "전자식 형광등용 역률 개선 회로의 특성 비교" 산업기술연구(강원대학교 산업기술 연구소논문집), 제 18집, 1998.