

# 외부전극 형광램프 구동용 인버터 설계 및 제작

윤동한\*

## Design and manufacture of Inverter for Driving Electrode Fluorescent Lamp

Dong-han Yoon\*

### 요약

본 논문에서는 LCD 백라이트용 외부전극 형광램프를 구동하기 위한 인버터를 설계하였다. 시스템을 AC 입력으로부터 램프를 구동하는 인버터까지의 과정을 2단 시스템으로 구성하면 기존의 시스템 보다 전력의 효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 부피나 무게의 감소, 나아가 저가격화에도 유리하다. EEFL를 구동하기 위해서 AC입력 전원을 안정적이고 역률을 높이며 AC 85V~265V에서 사용할 수 있도록 PFC Block과 EEFL를 구동하기 위한 Inverter Block으로 구성하였다.

### ABSTRACT

In this paper, a external electrode fluorescent lamp driving inverter for LCD backlight is designed. AC input from a lamp-driven system to process up to two inverter system for the existing configuration of power-efficient than the system as well as to increase the volume and weight reduction, Furthermore low-cost advantage. AC power input in order to drive EEFL stable and AC 85V ~ 265V power factor increase in the PFC Block can be used for running the Inverter Block EEFL and composed.

**키워드 :** EEFL, CCFL, Inverter, Backlight, BLU

## 1. 서론

LCD의 경우 CRT나 PDP와 달리 자체 발광소자가 아니기 때문에 배면 광원으로 사용되는BLU(BackLight Unit)가 필요하다. 대형 LCD TV 기술에서 중대형의 액정패널기술은 확보되었으나, 이에 반해 BLU 기술은 이에 따르지 못하는 형편이다. 현재 출시중인 대형 LCD TV의 경우 백라이트의 광원을 패널 아

래에 두는 직하형 방식을 채용하고 있으며 대부분 다수의 CCFL를 사용하고 있다. 하지만 CCFL의 경우 전극이 내부에 있기 때문에 전극의 산화로 인해 수명이 짧고, 여러개를 병렬로 구동할 경우 램프간에 전류의 편차가 심해 램프 하나당 하나의 인버터가 있어야 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근에는 EEFL에 관한 연구가 활발하다. EEFL의 경우 전극이 유리관 외부에 있기 때문에 전극의 산화

\*교신저자 : 금오공과대학교 전자공학과 교수

접수일자 : 2013년 4월 20일, 수정일자 : 2013년5월 10일, 심사완료일자 : 2013년 5월 20일

가 일어나지 않고, 인버터 하나로도 병렬 구동이 용이하여 급속히 빠른 속도로 CCFL을 대체할 것으로 예상된다. EEFL은 한 개의 Inverter로 다수의 램프를 병렬구동 함으로써 트랜스포머의 수가 줄어 원가를 크게 줄이고 인버터의 사이즈를 소형화 할 수 있다. 본 논문에서는 백라이트 광원으로 주목받고 있는 EEFL을 구동하기 위한 회로 설계과정을 제시하고 실험을 통하여 정상적으로 동작됨을 확인하였다.

## II. PFC 및 인버터의 설계

### II.1 시스템 구성

LCD TV의 전원 시스템은 고조파 규제 회피를 위해 입력 역률 개선을 위한 AC/DC 부스트 컨버터와 BLU 구동용 전원, LCD 모듈 구동용 전원 각종 신호처리용 전원을 공급하는 DC/DC 컨버터로 구성된 2단 전원 시스템이다. 하지만 실제 시스템은 2단 저원 시스템으로부터 받은 DC전원을 다시 한번 인버터를 통해 AC로 변환해야하므로 3단으로 구성된다고 할 수 있다. 특히, 전체 전력량 중 대부분이 BLU에서 사용되고 있으므로 시스템 소비전력, 효율, 가격 및 성능의 상당 부분이 전원장치와 BLU에 의해서 결정되며 이러한 상황을 고려할 경우 전력 변환 효율 측면에서 이러한 전력변환 체계는 바람직하지 못하다 할 수 있다. 또한 램프를 구동하는 인버터는 DC 24V 입력으로부터 1~2kV 정도의 높은 램프 구동 전압으로 승압하기 위하여 Transformer의 권선비를 매우 높게 설정해야 하므로 부피 증가나 누설 인덕턴스 문제, 가격 상승 문제로 부각되고 있다.

따라서 시스템을 그림 1과같이 AC 입력으로부터 램프를 구동하는 인버터까지의 과정을 2단 시스템으로 구성하면 기존의 시스템보다 전력의 효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 부피나 무게의 저감, 나아가 저가격화에도 유리하다.

EEFL를 구동하기 위해서 그림 1과 같이 AC입력 전원을 안정적이고 역률을 높이며 AC 85V~265V에서 사용할 수 있도록 PFC Block과 EEFL를 구동하기 위한 Inverter Block으로 구성하였다. PFC 회로를 사용하여 정류 회로의 출력 전압을 안정적인 DC 전압으로 만든 후 Inverter 회로에 입력

한다. 이렇게 함으로써 전원 불안전으로 인한 영향을 제거할 수 있다.

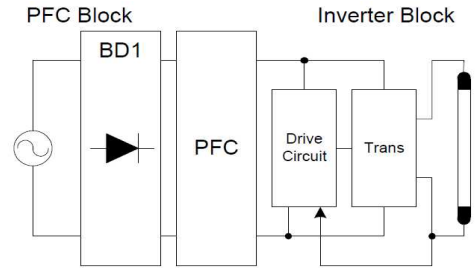


그림 1. EEFL 구동 시스템

### II.2 PFC부 설계

일반적인 부스트 컨버터를 그림 2에서 보여주고 있다. 우선 스위치 Q가 도통일 때 인덕터 전류에 의해서 인덕터 L에 축적되고 다이오드 D는 차단된다. 다음에 스위치 Q가 차단되면 인덕터 L에 축적되었던 에너지는 환류 다이오드 D를 통하여 출력측으로 방출된다.

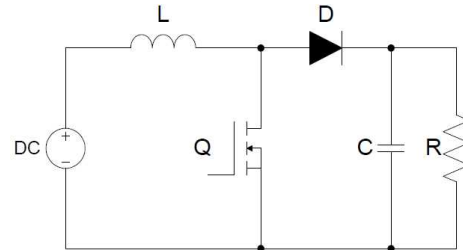


그림 2. 부스트 컨버터 회로

일반적인 브리지 정류 회로를 그림 3에서 보여주고 있다. 입력 전압 AC를 주었을 때 정류된 전압, 전류파형을 그림 4에서 주어진 것과 같이 얻을 수 있다. 브리지 정류 회로에서  $C_{in}$ 의 값이 클수록 출력전압은 DC값과 유사한 값을 얻을 수 있다. 그림 4에서와 같이 브리지 정류 회로의 전압, 전류파형은 위상차가 생기게 되는데 이 위상차를 줄여서 서로 같은 위상을 만드는 것을 PFC (Power Factor Correction)라 한다. 그리고 일반적인 브리지 정류회로에서 얻은 전압과 전류파형의 위상차는 0.5~0.6정도인 것을 그림에서 보여주고 있다.

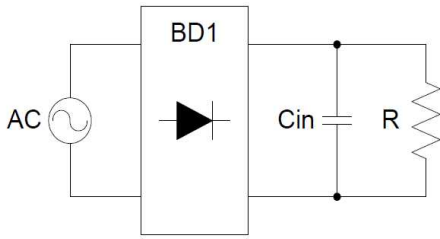


그림 3. 브리지 정류 회로

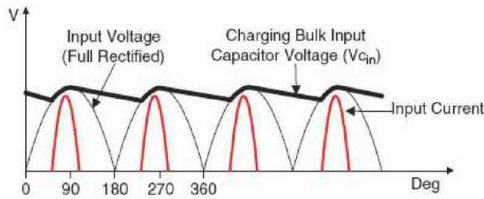


그림 4. 브리지 정류 회로의 전압, 전류 파형

일반적으로 부스트 컨버터에 PFC 회로를 결합하면 그림 5에서 보여주는 것과 같다. 그림 3과 그림 5에서 다른 점은 브리지 다이오드를 지나 부스트 컨버터와 만나는 곳에 있는 Cin의 값이다. 브리지 정류 회로에서의 Cin의 값은 클수록 좋지만 그림 5의 회로에서는 Cin의 값이 브리지 정류회로의 값보다 상당히 작은 값이 주어져서 전압과 전류파형의 위상이 동일하게 만든다(PF=1).

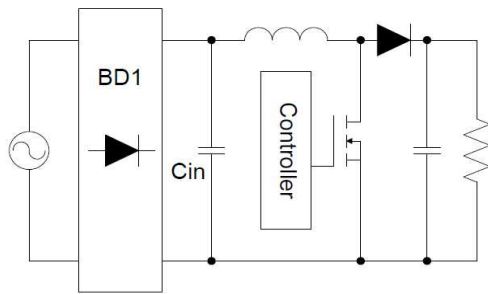


그림 5. PFC 부스트 회로

PFC 회로는 제어 방식에 따라서 두 가지로 나눌 수 있는데, 하나는 입력 전류를 연속 전류 모드(CCM)로 제어하는 방법으로 입력 전류가 정현파가 되도록 스위치의 시비율을 시간에 따라서 가변 제어 하는 방식이다. 입력 전류 및 전압을 검출하여 입력 전류가 입력 전압을 추종하는 제어 루프를 두

어야 하고 출력 전압 Regulation을 위한 전압 제어 루프를 두어야 하는 등 제어가 다소 복잡하다.

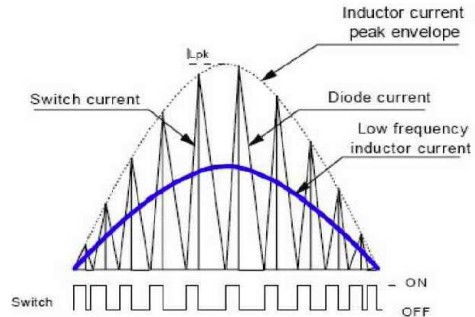


그림 6. 불연속 전류 모드(DCM)

다른 하나는 그림 5와 같이 입력 전류를 불연속 전류 모드(DCM)로 제어하는 방식으로서 입력 전류나 전압을 검출 할 필요없이 일정한 시비율로 스위치를 스위칭하면 입력 전류의 피크값이 입력 전압을 추종하게 되어 입력 전류의 평균값이 그대로 정현파가 되기 때문에 제어가 매우 간단한 장점을 갖는다. 그러나 전류 리플이 크고 필터링을 하더라도 전류 파형에 왜곡이 생겨서 완전한 정현파가 되지 못하는 단점을 갖는다.

본 논문에서는 EEFL 구동을 위한 전원인 PFC 출력전압을 385V, 출력전류를 0.3A로 하였다.

PFC 부스트 컨버터의 설계 사양은 표 1과 같다.

표 1. PFC 사양

입력 전압	AC 85~265[V]
출력 전압	385[V]
출력 전류	0.3A

드라이버 IC는 후지전기사의 PFC 컨트롤러인 FA5501AN를 사용하였다.

### II.3 구동부 설계

인버터의 구동방식에는 Push-Pull 방식, Half bridge 방식, Full bridge 방식이 있으며 본 논문에서 Half bridge 방식을 설계하였다. 이는 전류의 빠른 상승시간과 하강시간을 얻을 수 있어 형광 램프 방전시킴에 있어 적합한 구형파를 생성 할 수 있다.

International Rectifier사의 IR2152를 이용하여 Drive회로를 구현하고 출력단은 MOSFET를 이용하여 Half Bridge로 구성하여 회로를 설계하였다. 그림 7은 R2152의 블록도를 나타낸다.

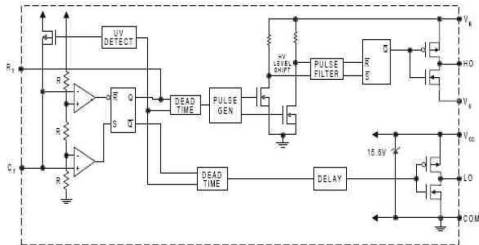


그림 7. IR2152의 블록도

$R_T$ ,  $C_T$ 에 저항과 커패시터를 사용하여 식 1과 같이 발진주파수를 설정할 수 있다. 구동 주파수는 식을 이용하여 조정할 수 있으며 주파수 가변 범위는 20kHz~110kHz이다.

$$f = \frac{1}{1.4 \times (R_T + 75\Omega) \times C_T} \quad (1)$$

여기서 75Ω은 IR2152의 고유 내부저항 값으로 상수이다.

고전압에서 동작이 가능하고 최소의 교차 도통이 가능하도록 내부에 DEAD TIME, DELAY를 가지고 있다.

Drive신호는 HO와 LO핀에서 출력된다. 출력된 신호를 증폭하기 위해서 N-Channel MOSFET와 출력트랜스를 이용하여 고압으로 승압을 시켜 램프를 구동시킨다.

### III. 실험 결과 및 고찰

II장에서 설계방법을 바탕으로 PFC와 Inverter를 제작하였으며, PCB의 재질은 FR-4 양면1.6mm 두께를 사용하였다. PCB 설계는 입력전원전압은 전류가 많이 흐리기 때문에 패턴 폭을 두껍게 하였고 인버터의 출력은 고전압이므로 패턴선간 폭을 5mm 이상을 간격을 주었다. 인버터의 소형화를 위해 최대한 부품은 SMD용을 사용하였다.

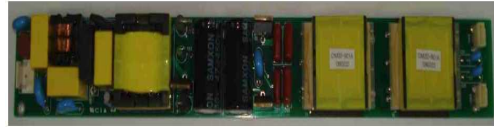


그림 8. 제작된 인버터

본 논문에서 언급되어진 설계 과정을 이용하여 제작되어진 EEFL 구동용 인버터 출력특성을 측정하였다. 인버터 측정을 위한 시스템 구성도를 그림 9에 나타내었다.

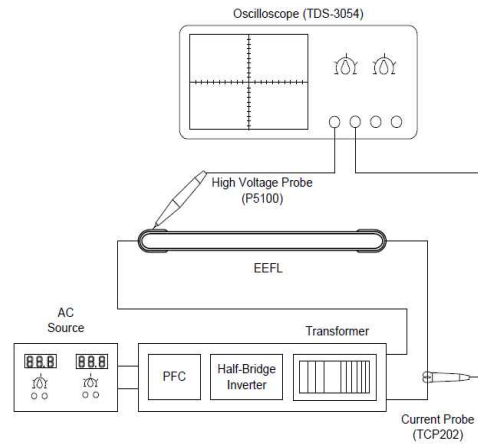


그림 9. EEFL의 측정 시스템

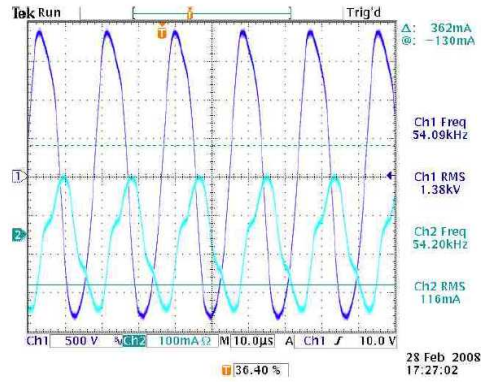


그림 10. EEFL 인버터의 파형

그림 10은 그림 9에서의 측정시스템을 이용하여 파형을 측정한 것이다. 그림에서 CH1은 인버터의 출력 전압 파형을 나타내고 CH2는 인버터의 출력 전류 파형을 나타낸다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 외부전극 형광램프 구동용 인버터에 관하여 연구하였다. 전기적 특성을 분석하여 구동하기 위해 Half-Bridge 방식을 설계 및 제작하였다.

EEFL 인버터의 설계 절차에 따라 회로설계, PCB 설계, PCB 조립 및 제작하였다. EEFL의 전기적 특성을 전압, 전류, 주파수 효율에 따른 분석하였고 전기적 실험조건을 제시하였다.

시스템을 AC 입력으로부터 램프를 구동하는 인버터까지의 과정을 2단 시스템으로 구성하면 기존의 시스템 보다 전력의 효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 부피나 무게의 저감, 나아가 저가격화에도 유리하다. EEFL를 구동하기 위해서 AC입력 전원을 안정적이고 역율을 높이며 AC 85V~265V에서 사용할 수 있도록 PFCBlock과 EEFL를 구동하기 위한 Inverter Block으로 구성하였다.

#### 참고문헌

[3] 김희준 “스위칭 전원의기본설계”, 성안당 2003.

[4] Y. Yana, F. Hanzawa, Y. Watanabe, "An intelligent inverter for a high-power LCD backlight", Journal of SID Vol.7, No.3, 2008.

[5] 박선호 “SMPS DC-DC 강압/승압형 컨버터 트랜스설계스위칭 전원장치의설계실무”, 국제테크노정보연구소 2006.

[6] K. Kalantar, "Functional Light-Guide Plate for Backlight Unit", SID '99 DIGEST, pp.764~767, 1999.

[7] 홍순찬 원충연 김홍근 정 승기 김광현 “전력전자공학”, 희중당 1997

[8] <http://www.fairchildsemi.com>

[9] <http://www.irf.com>

#### 저자약력

윤 동 한(Dong-Han Yoon)      종신회원



1968년 광운대학교  
전자공학과 공학사  
1980년 명지대학교  
전자공학과 공학석사  
1987년 명지대학교  
전자공학과 공학박사  
1979~현재 금오공과대학교  
전자공학부 교수

<관심분야> 전자회로 웨이브렛, 영상처리렛 영상 처리, 마이크로프로세서