

대화면 LCD 백라이트 구동용 인버터 보호회로에 대한 연구

이정운, 양승학*, 임영철, 조현창**

전남대학교 전기공학과, 호남대학교 전기공학과*, LG 이노텍(주)**

A Study on the Protection Circuit Of the Inverter For Back-Light a Large-screen

Lee Jeong Woon, Yang Seung Hak*, Lim Young Cheol, , Cho Hyun Chang,**

RRC & Dept of Electrical Engineering, Chonnam National University

RRC & Dept of Electrical Engineering, Honam University*

LG Innotek Co.,Ltd**

ABSTRACT

LCD TV의 대형화 추세에 따라 백라이트 구동용 인버터의 가격을 낮추고 휘도의 균일성을 보장하기 위해 다수개의 CCFL을 병렬로 구동하는 방식을 채택하고 있다. 그러나 다수개의 CCFL 중에 어느 하나가 먼저 점등되면, 등가 병렬저항이 점등된 램프 하나의 저항으로 나타나게 된다. 이 경우, 점등되지 못한 나머지 CCFL은 점등을 위한 충분한 전압을 받지 못하게 되어 점등이 되지 않은 상태로 머물러 있게 되고, 각 CCFL간의 과전류 편차로 인한 휘도 불균형이 문제점으로 나타나고 있다.

본 논문에서는 LCD 백라이트 구동용 인버터에서 발생하는 전압 전류의 출력 불균형에 대해서 연구하였으며, 이를 바탕으로 OVP(Over Voltage Protection), LCC(Limited Current Circuit), OLP(Open Lamp Protection)의 기존 Analog IC의 보호회로를 통합하여 하나의 MCU로 구성하였다.

1. 서 론

최근 LCD의 크기는 대형화되고 전체 두께는 점점 얇아지고 있으며 모니터 및 TV 내의 백라이트용으로 내장된 냉음극 방전램프도 가늘어지고 있다. 이러한 대형 백라이트 디스플레이에서는 한 개의 램프로 적절한 휘도를 내는데 한계가 있기 때문에 여러 개의 램프를 병렬로 사용하게 된다. LCD 모니터 및 TV는 대형화됨에 따라 거의 모두 멀티램프를 채용하고 있으며 현재 LCD TV의 시장은 더욱 커지고 있다.

방전램프의 특성으로 초기 교류고압의 방전전압이 필요하고 점등 후 유지 전압, 전류가 필요하다. 이러한 특성으로 인하여 고압발생용 변압기와 인버터가 필요하게 된다. 그러나 램프가 동일한 제작 과정을 거치더라도 점등, 주파수, 전압, 전류특성이 같지 않아서 램프간 균일한 휘도를 나타내기가 어렵게 되고, 다수개의 CCFL 중에 먼저 어느 1개가 점등되면, 등가 병렬저항이 먼저 점등된 1개의 저항으로 나타나게 된다. 이 경우, 점등되지 못한 나머지 CCFL은 점등을 위한 충분한 전압을 받지 못하게 되어 점등이 되지 않은 상태로 머물러 있게 된다. 또한 CCFL간의 과전류 편차로 인한 휘도 불균형이 문제점으로 나타나고 있다.

본 논문에서 설계된 인버터는 LCD TV의 화면이 42인치용이

며, TV내의 20개의 램프가 병렬로 삽입되어 있으며 한 개의 구동 IC와 보호회로용 MCU를 사용하여 서로 동기화를 시켜 그 동작을 제어하여 휘도를 동일하게 유지하게 하고자 한다. 또한 변압기 2개를 직렬로 연결하여 램프 20개의 동작을 제어하는 인버터와 보호회로를 구성하고 그 특성을 고찰하고자 한다.^[1]

2. 냉음극 방전램프

2.1 냉음극 방전램프(CCFL)의 구조

LCD 백라이트 구동용 인버터의 부하로 사용되는 냉음극 방전램프는 고휘도, 고효율, 저소비저력, 장수명, 저발열, 우수한 내구성, 우수한 점등특성 등 매우 많은 장점들이 있어 각종 디스플레이의 백라이트, 이레이저, 스캐너, 각종 조명, 장식용으로 사용되고 있다.

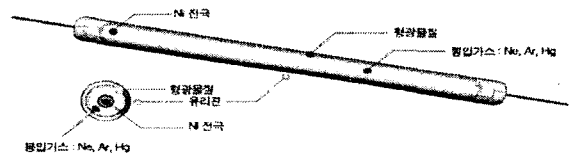


그림 1 냉음극 방전램프의 구조
Fig. 1 Construction of the CCFL

본 논문에서는 42인치용 LCD TV의 CCFL를 이용하였다. CCFL의 구조를 살펴보면 그림1과 같이 램프의 양쪽 끝에 전극이 붙어 있으며, 내부에는 일정량의 수은과 Ar과 Ne의 혼합가스가 들었다. 또한 램프의 내부 표면은 형광체로 도포되어 있으며 램프가 가늘고 전극이 다른 점 빼고 일반 형광등과 동일한 구조를 갖는다.

2.2 냉음극 방전램프(CCFL)의 동작원리

그림2는 CCFL의 동작원리를 알 수 있듯이 최초 구동할 때 전극 간에 고전압을 인가하면 관내에 존재하는 전자가 전극(양극)에 이끌려 고속으로 이동, 전극에 충돌하여 2차 전자가 방출되어 방전이 개시된다. 방전에 의하여 흐르는 전자는 관내의 수은원자와 충돌하여 자외선을 발생시키며, 이 자외선이 형광 물질을 여기시켜 가시광선을 발광한다.

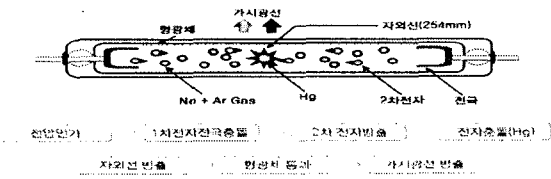


그림 2 냉음극 방전램프의 동작원리
Fig. 2 The Operation Principle of the CCFL

3. LCD TV 백라이트용 인버터 설계

3.1 냉음극 방전램프 구동 인버터

냉음극 방전램프를 구동하기 위한 인버터 회로는 다음과 같이 세 부분으로 볼 수 있다. 다양한 입력전압을 위한 DC/DC 컨버터 부분과 방전램프를 위한 DC전원을 AC전원으로 변화시켜 주는 DC/AC 인버터 부분으로 구성되어 있다.^[1]

3.2 풀-브리지형 구동 인버터

20개의 램프를 내장한 42인치 LCD TV 구동용 인버터에 이용한 토폴로지는 램프의 수와 길이가 증가함에 따라 보다 많은 전력을 전달하기 위해 풀-브리지형을 채택하였다. 실제 제작된 인버터의 개략도는 그림3과 같다.^[2]

회로의 구성으로는 두 개의 변압기를 직렬로 연결하여 1차측에는 4개의 풀-브리지의 구조로 하고 반도체 스위치소자로는 P타입 MOSFET 2개와 N타입 MOSFET 2개를 이용하였으며, 승압용 변압기 그리고 변압기 1차측 인덕턴스와 공진을 위한 직렬커패시터로 이루어졌다. 변압기 2차측은 균등한 전류 분배를 위한 두 개의 고압 직렬커패시터, 초기 방전전압과 역률개선을 위한 고압 병렬커패시터로 이루어졌다. 전체 시스템은 아래의 구성과 같은 구조가 병렬로 연결되어 있다.

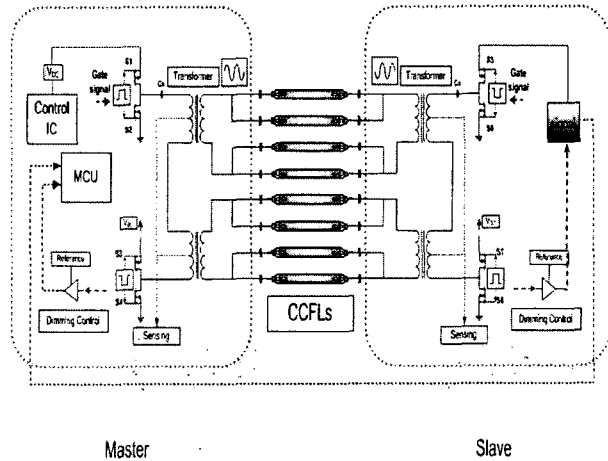


그림 3 멀티램프 구동용 인버터 블록 다이어그램
Fig. 3 Inverter for multi-lamp driving

특징으로는 램프의 특성이 상이하기 때문에 변압기 2차측과 램프사이에 직렬 커패시터를 적절한 값으로 삽입함으로써 균등한 전류 분배를 하는 것이다. 이는 방전램프의 특징을 이용한 것으로 램프가 점등 시에는 전압이 중요하고 점등 후에는 전류가 중요하기 때문이다. 삽입된 커패시터와 방전램프의 임피던스를 비교하면 점등 전에는 램프의 임피던스가 수MΩ으로 커패시터에 비해 매우 큰 값을 이라면, 전압이 램프에 모두 인가

되며, 점등 후에는 램프의 임피던스가 수십-수백kΩ으로 낮아져 커패시터의 임피던스가 이보다 상대적으로 큰 값의 것이라면 모든 램프의 임피던스가 조금씩 상이 하더라도 전체 흐르는 전류에는 크게 영향을 미치지 못하므로 균등한 전류 분배가 된다. 또 다른 특징으로는 변압기 2차측과 병렬 커패시터의 삽입이다.^[3]

3.3 Protection Circuit

본 논문에서 사용된 보호회로 기능은 OVP(Over Voltage Protection), OLP(Open Lamp Protection) 마지막 LCC(Limit Current Circuit)이다. OVP와 OLP는 램프가 어떠한 이유로 파손되거나 접속이 상태 불량에 대비한 것으로, 램프가 파손되었을 경우를 생각하게 되면 원래 인버터는 램프로 균일한 전압과 전류를 보내게 되는데 파손되었다면 한쪽의 전압은 나머지 램프 쪽으로 흘러가게 된다.

그렇게 된다면 인버터 쪽으로 과전압이 흐르게 되어 인버터를 손상시키게 된다. 이와 같이 동작 하면 Shut Down 시키게 되는 기능이다.

LCC는 사용자나 서비스 요원이 접근할 수 있는 고전압이 인가되는 부위에 대하여 정상 사용 상태 및 기본 절연의 파손이나 부품의 고장 발생하면 안전을 확보하기 위함을 목적으로 하고 있다. 그림4는 LCC(전류제한회로)를 측정하기 위한 개요도이다. 사람의 인체를 2kΩ으로 보고 그림 4와 같이 무유도 저항으로 실험하였다.

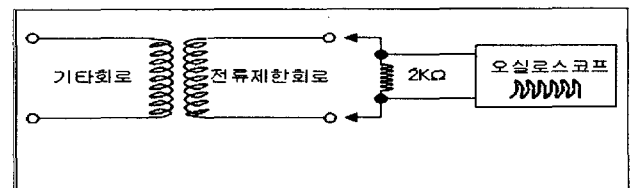


그림 4 전류제한회로 측정
Fig. 4 Measurement by Limit current circuit

그림 5는 실제 보호회로를 간략이 보여주는 그림이다. OVP, OLP, LCC를 감지하기 위해 변압기 2차 측을 주기적으로 Sensing 하여 IC로 피드백 받게 된다. 이 피드백 받은 전압은 기준의 램프에 이상이 없을 때의 경우 시정수로 하여 전압 레벨을 맞추게 된다. 하지만 램프가 이상이 있을 때 그 전압 레벨이 올라가게 된다. 이러한 경우 인버터를 Shut Down 시키게 된다.

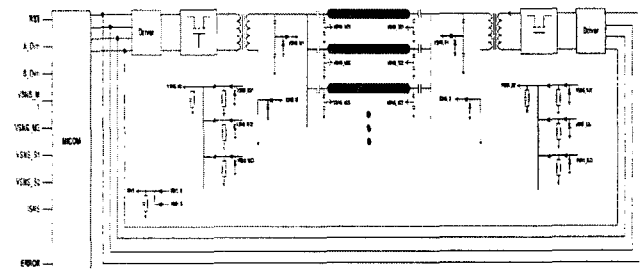


그림 5 보호회로
Fig. 5 Protection circuit

그림 6은 MCU의 설계에 필요한 Software의 Flow chart이다.

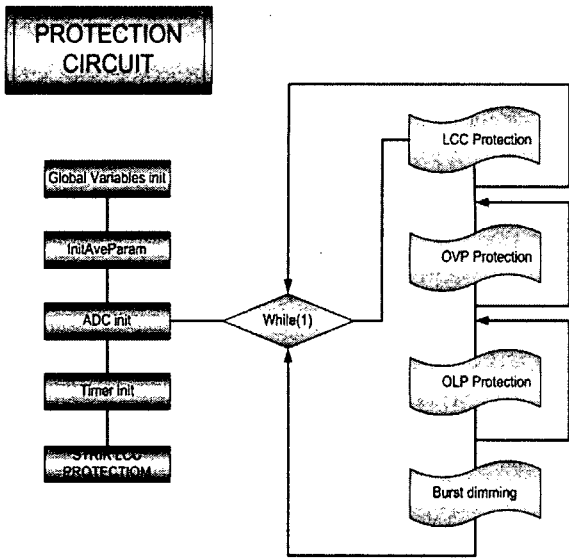


그림 6 Flow chart
Fig. 6 Flow chart

4. 실험 결과 및 고찰

그림 7은 인버터의 MOSFET Switching 파형을 나타내고 있다.

MOSFET 전원 양단간의 Arm short를 방지를 위해 Dead time 구간을 주었다.

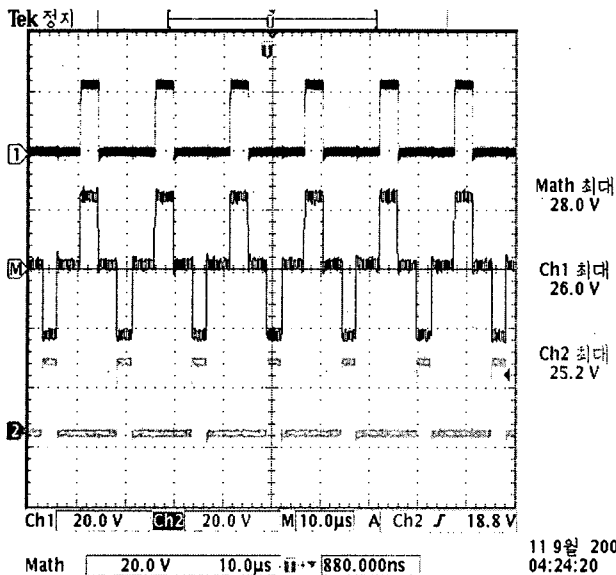


그림 7 MOSFET Switching 파형
그림 7 Switching waveforms of MOSFET

그림 8은 램프의 전압 전류를 나타내고 있다. 채널 1은 전류 채널2는 전압 파형이다. 그림7은 최대 휘도일 때를 나타내고 있다.

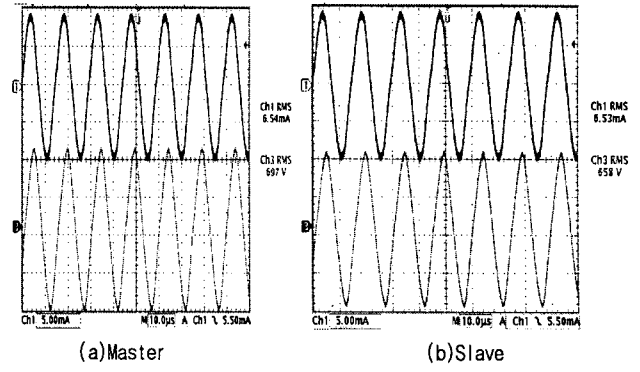


그림 8 램프 출력 파형(최대휘도)
Fig. 8 Output waveforms of the lamps(Max. Brightness)

램프를 강제로 제거하게 되면 출력은 그림 9와 같이 전압 레벨이 순간 상승하게 된다. 이와 같은 동작이 일어나면 인버터가 Shut Down 된다.

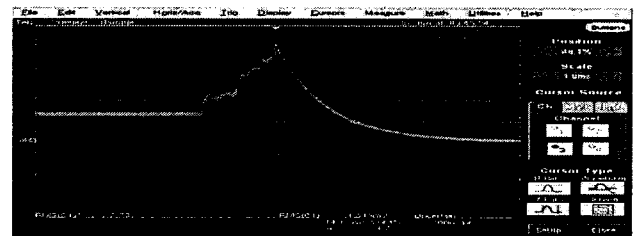


그림 9 OLP 파형
Fig. 9 Waveforms of the OLP

그림 10은 LCC 실험 파형이다. 인버터를 OFF 상태에서 저항 2kΩ을 변압기 2차 출력 부분과 인버터 접지부분 접속한 상태 즉 인버터가 동작하기 전에 손으로 만졌을 경우를 가정한 실험 결과이다.

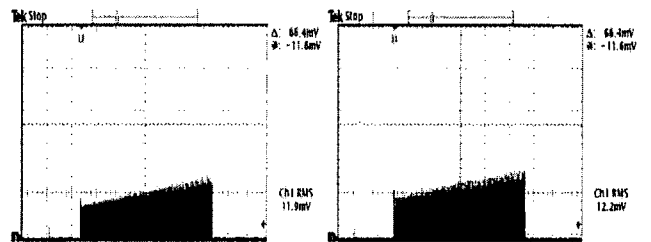


그림 10 LCC 파형
Fig. 10 Waveforms of the LCC

5. 결론

본 논문에서 설계된 인버터는 42인치 LCD TV용이며, TV의 내부에 20개의 램프를 구동하였다. 램프가 화면 기준으로 20개가 동일한 간격으로 삽입되어 있으며 두 개의 구동 IC와 승압용 변압기 4개로 구성하였다. 기존의 보호회로는 다수의 OpAmp를 사용하여 설계하였다. 본 논문에서는 MCU를 이용하여 같은 역할을 하는 회로를 기존에 비해 간략하게 구성하였다.

MCU를 이용하여 회로를 구성하면 소자의 개수를 줄여 회로를 간략할 할 수 있고, 인버터에 대한 단가를 절감할 수 있으리라 판단된다.

이 논문은 산업자원부 지정 전남대학교 고품질 전기전자 부품 및 시스템 연구센터의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

참 고 문 헌

- [1] Mu-Shen Lin, Wen-Jung Ho, Fu-Yuan Shih, Dan Y. Chen and Yan-Pei Wu : A Cold-Cathode Fluorescent Lamp Driver Circuit with Synchronous Primary-Side Dimming Control, IEEE TRANS. ON Industrial Electronics. Vol. 45. No. 2. pp.249-255, April 1998.
- [2] Gie Hyoun Kweon, Young Cheol Lim, Seung Hak Yang, Jong Yoon Shin : An Analysis of the Characteristics of Piezoelectric Transformer and its Application, ICEE2K, 2000. 07, 489-492 .
- [3] Abraham I. Pressman, Switching Power Supply Design. McGraw Hill. 1998, pp. 563-609.