

## 37인치 LCD TV용 대형 백라이트 시스템에 관한 연구

조현창, 임영철, 양승학\*, 박연도\*\*

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

### A Study on the large-size backlight system for 37" LCD TV

Cho Hyun Chang, Lim Young Cheol, Yang Seung Hak\*, Park Yun Do\*\*

RRC & Dept of Electrical Engineering, Chonnam National University

RRC & Dept of Electrical Engineering, Honam University\*

LG Innotek Co.,Ltd\*\*

#### ABSTRACT

LCD 디스플레이의 대형화에 따라 백라이트용 냉음극 방전램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp)는 길어지고 있으며, 하나의 램프를 이용한 백라이트는 휘도의 한계가 있어 램프를 병렬로 사용하여 필요한 휘도를 만들고 있다.

본 논문에서는 냉음극 방전램프 16개를 사용하는 37인치 LCD TV용 대형 백라이트 구동을 위한 인버터를 각각의 램프들이 입력조건에 대해 동일한 출력을 갖도록 설계하였다. 기존의 냉음극 방전램프의 구동방식인 하이-로우(H-L) 방식에서의 문제점을 보완하여 하이-하이(H-H) 방식을 채택하므로써 램프간의 휘도편차를 개선하였고 향후에 상용화가 가능함을 보였다.

#### 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 적정한 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. 현재 많이 사용되고 있는 모델인 32인치형 LCD TV는 생산 회사별로 차이는 있겠지만 12-16개, 37인치급은 16개의 램프를 내장하고 있다. 이에 따라 멀티램프를 구동하기 위한 인버터도 대출력이 요구되고 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 된다.

본 논문에서 설계된 인버터는 LCD TV의 화면이 37인치용이며, TV내의 16개의 램프가 병렬로 삽입되어 있으며 두 개의 구동 IC를 사용하여 서로 동기화를 시킴으로서 그 동작을 제어하므로써 휘도를 동일하게 유지하게 하고자 한다. 또한 변압기 2개를 직렬로 연결하여 램프 8개의 동작을 제어하는 인버터를 구성하고 그 특성을 고찰하고자 한다.

#### 2. 냉음극 방전램프

##### 2.1 백라이트 시스템

그림 1에서 나타낸 것처럼 백라이트 시스템은 직하방식과 Edge방식으로 나눌 수 있다.

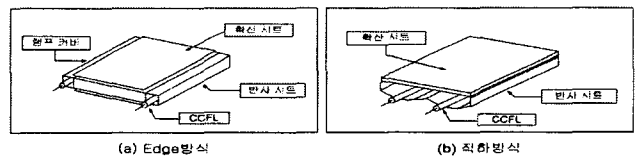


그림 1 백라이트 시스템  
Fig. 1 Backlight system

Edge방식은 패널의 가장자리에 물리적으로 설치할 수 있는 램프들의 수적 제한때문에 대형 LCD 화면에 충분한 밝기를 공급할 수 없으며, 전체의 크기가 Edge 부분만큼 커지게 된다. 또한 Edge방식은 백라이트유닛의 휘도를 위해 고가의 Prism 편광판 sheet를 사용해야 한다. 반면에, 직하방식은 LCD TV 밑 부분에 직렬로 연결된 냉음극 방전램프를 사용하여 화면의 크기가 커짐에 따라 램프의 개수를 설계하여 밝기의 문제를 해결할 수 있다.

본 논문에서는 대형 LCD TV의 밝고 선명한 화면을 위하여 직하방식을 선택하였다.

##### 2.2 CCFL의 길이

균일하지 않은 밝기는 직하방식에서 백라이트로 사용

할 때 큰 문제로 대두된다. 이러한 밝기의 변화에 대한 가장 중요한 원인은 CCFL의 위치와 간격 때문이다. 램프들의 거리가 증가하면 램프사이가 어두워지는 원인이 된다. 반면에, 램프들 간의 거리가 줄어들면 더욱더 일정한 밝기가 생기지만, 램프 수의 증가에 따른 열, 소비, 무게의 문제가 생기게 된다.

37인치 LCD TV의 백라이트 시스템에서 사용된 CCFL의 배치는 균일한 빛의 양과 백라이트의 전반적인 두께로부터 램프사이의 최적의 거리를 계산하여 다음의 두가지 방법을 고려할 수 있다.

- (1) 850mm 길이의 16개 램프를 수평으로 배치
- (2) 480mm 길이의 26개 램프를 수직으로 배치

그림 2는 램프의 길이와 휘도 효율사이의 관계를 보여주고 있다.

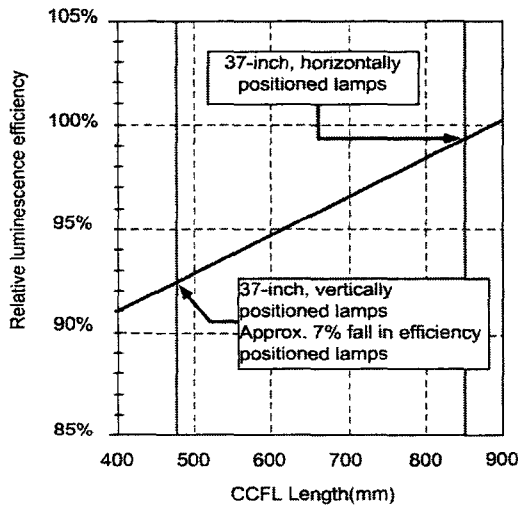


그림 2 램프의 길이와 휘도 효율  
Fig. 2 length of lamp vs. Luminescence efficiency

그림 2에서와 같이 480mm 램프와 850mm 램프를 비교하였을 때 850mm 램프를 사용함으로써 약 7%의 효율이 좋아짐을 알 수 있다<sup>[1]</sup>.

### 3. 37인치 LCD 구동 인버터

#### 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 부분, 그리고 TV 화면의 밝기 조절을 위한 램프 전류 검출과 휘도 제어 부분으로 구성되어 있다<sup>[2]</sup>.

#### 3.2 램프의 구동 방식

기존의 인버터 회로에서 37인치 TV의 850mm 램프를 사용하였을 때 램프의 양단에서 밝기의 차이가 생긴다.

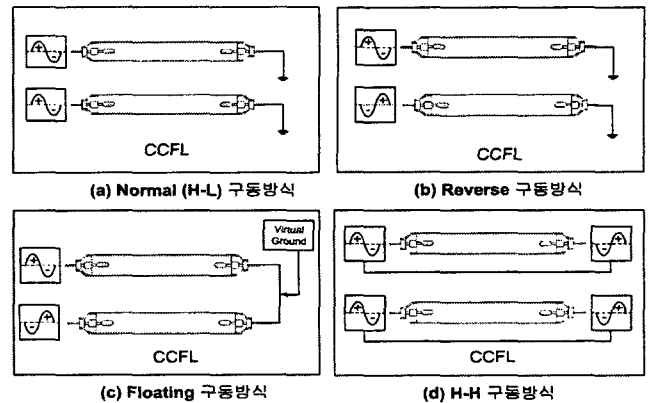


그림 3 램프의 구동 방식  
Fig. 3 Operation methods of lamps

구동방식은 그림 3과 같이 4가지로 나눌 수 있다. 기존의 21인치 이하의 LCD 백라이트 인버터로는 Normal (H-L) 방식을 많이 사용하며 장점으로서는 개별 구동에 적합하다. 하지만, 각 램프간의 누설 전압이 상대적으로 크다는 단점이 있다.

Reverse 구동방식과 Floating 구동방식은 Normal 방식과 비교하여 볼 때 Noise 성능에 우수하지만 각 램프간의 누설 전압이 크다는 단점이 있다.

본 논문에서 제안한 H-H 구동방식은 패널의 휘도편차를 균일화시킬 수 있으며 Noise 성능이 우수하다. 하지만, Cost 증가와 램프간의 누설전압이 상대적으로 크다는 단점이 있다. 이 방식은 CCFL 양단에 고압을 인가하는 방식으로 CCFL의 Center부분을 가상 접지하게 된다.

#### 3.3 풀-브리지형 16램프 구동 인버터

16개의 램프를 내장한 37인치형 LCD TV 구동용 인버터에 이용한 토폴로지는 램프의 수와 길이가 증가함에 따라 보다 많은 전력을 전달하기 위해 풀브리지형을 채택하였다. 실제 제작된 인버터의 개략도는 그림 4와 같다<sup>[3]</sup>.

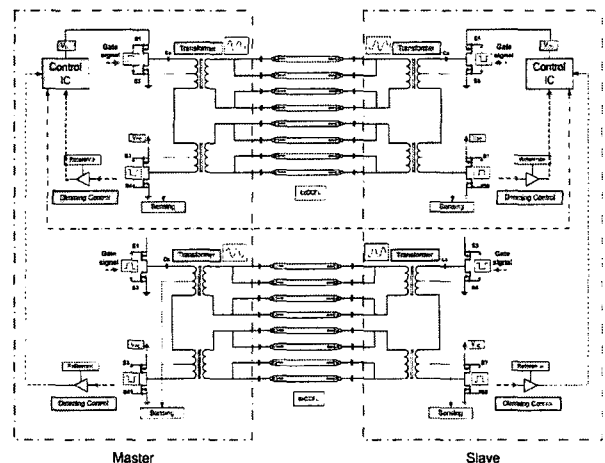


그림 4 멀티램프 구동용 인버터  
Fig. 4 Inverter for multi-lamp driving

회로의 구성으로는 두 개의 변압기를 직렬로 연결하여 1차측에는 4개의 풀-브리지의 구조로 하고 반도체 스위치 소자로는 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 위의 구성과 같은 구조가 병렬로 연결되어 있다.

구성된 인버터의 설계절차는 다음과 같다. 전력변환부분의 해석을 용이하게 하기 위해 8개의 램프 구동부분만 재구성하면 다음과 같다. 재구성된 8램프 구동시스템의 간략도는 그림 5에 나타났다.

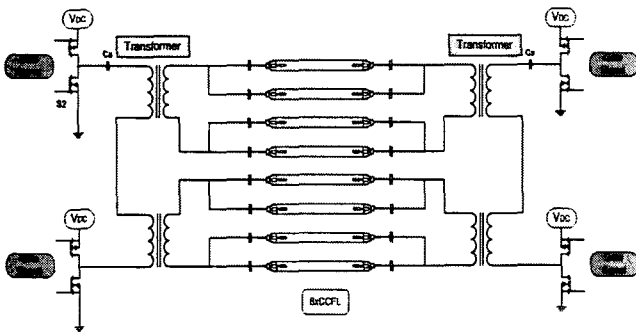


그림 5 풀-브리지 인버터  
Fig. 5 Full-bridge type inverter

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 가지므로 전압이 램프에 모두 인가되며, 점등 후에는 램프의 임피던스가 수십-수백kΩ으로 낮아져 커패시터의 임피던스가 이보다 상대적으로 큰 값의 것이 라면 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. 이는 초기 구동시 공진에 의한 램프 구동전압을 생성함과 동시에 점등 후에는 변압기의 인덕턴스에 의한 역률을 개선한다<sup>[4]</sup>.

### 3.4 16램프 구동 인버터의 동작특성

설계된 풀-브리지형 인버터의 동작특성을 스위치 소자의 동작을 기준으로 살펴본다. 정상상태에서 인버터 전력변환회로의 전체적인 동작은 한 주기 동안의 스위치 소자의 동작으로 구분한다. 본 논문에서 응용한 풀-브리지 회로는 4개의 동작모드로 나누어 나타낼 수 있다.

모드 1은 Master의 스위치 소자 S1,S4가 ON이고 S2,S3가 OFF 상태이며, Slave의 스위치 소자 S5,S8이 OFF이고 S6,S7이 ON상태로 되는 교번동작을 함으로써 변압기로의 전력을 공급하는 모드이다. 스위치의 동작으로 생성된 구형파형은 공진소자 C와 L의 동작으로 정현파에 가까운 형태가 되어 변압기에 인가된다. 동작모드는 그림 6(a)와 같다.

모드 2는 스위치 소자 S2,S3,S6,S7은 계속 OFF상태이고, S1,S4,S5,S8은 ON상태에서 OFF 상태로 바뀌는 모드이다. 공진소자 C와 L의 역할에 기인하여 정현파 생성에 도움이 되는 약간의 지연이 있다. 그 후에는 데드타임 구간이다. 따라서 이 모드는 지연과 데드타임이 섞인 구간이라 볼 수 있다. 변압기로 전력이 전달되는 아주 미약한 모드이다. 그림 6(b)에 표현하였다.

모드 3은 모드 1과 반대로 스위치 소자 S1,S4와S5,S8이 OFF상태이며, S2,S3와S6,S7이 동작하는 구간이다.

모드 4는 모드 2와 같으나 스위치 소자 S1,S4와S5,S8은 계속 OFF상태이고 S2,S3,S6,S7은 ON상태에서 OFF 상태로 바뀌는 모드이다.

이상 네 가지 모드를 주기마다 반복하면서 변압기에 에너지를 전달하며 냉음극 방전램프를 구동한다.

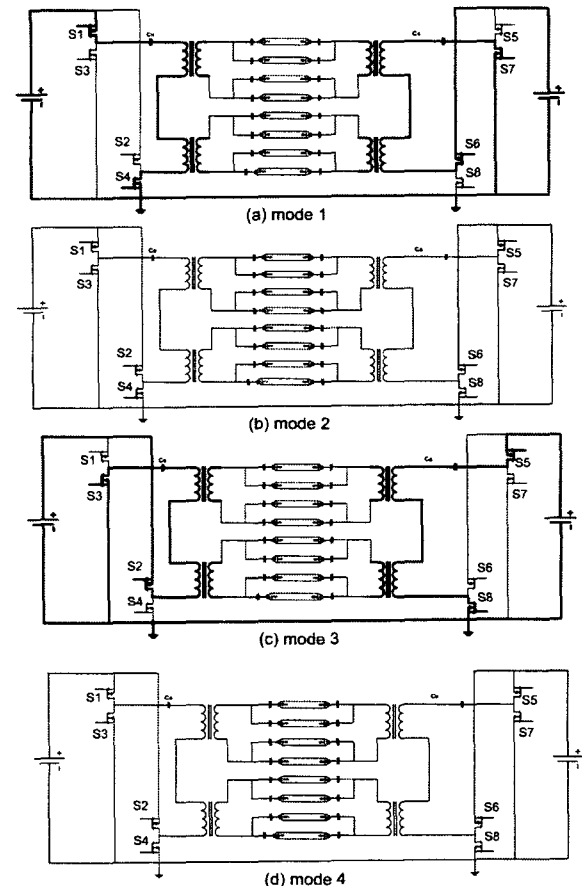


그림 6 인버터의 동작모드  
Fig. 6 Operation modes of the inverter

#### 4. 결과 및 고찰

그림 7부터 그림 8까지는 램프의 전압, 전류를 나타내고 있다. 각 램프의 파형으로는 채널1은 전압 채널2는 전류이다. 그림 7은 최대 휘도일 때를 나타내며, 그림 8은 버스트 디밍을 사용하여 약 50%정도의 휘도일때를 나타낸다.

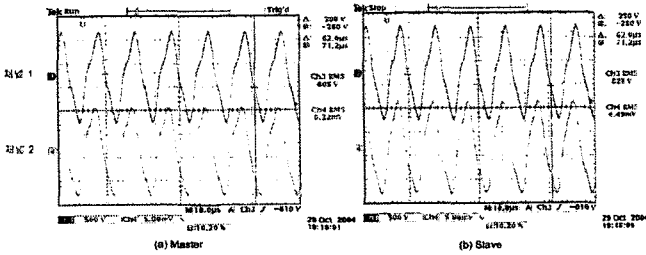


그림 7 램프 출력파형(최대휘도)  
Fig. 7 Output waveforms of the lamps(Max. Brightness)

그림 9는 Master와 Slave 각각의 전류 편차를 나타내었다. 다음과 같은 편차가 생기는 이유는 두 가지로 나타 낼 수 있다

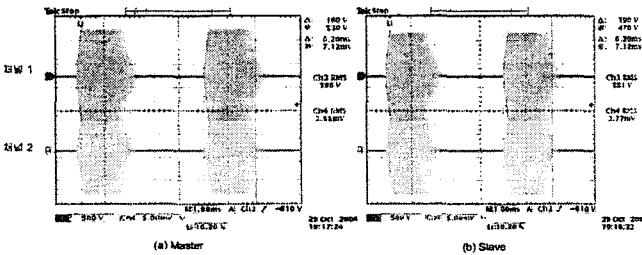


그림 8 램프의 출력파형(50% 휘도)  
Fig. 8 Output waveforms of the lamps(Mid. Brightness)

첫 번째는 방전램프 특성 때문이다. 방전램프는 동일한 제작 과정을 거치더라도 점등, 주파수, 전압, 전류특성이 동일하지 못하기 때문에 전류의 편차가 생기게 된다.

두 번째는 트랜스포머의 임피던스 특성 때문에 동일한 신호가 들어오더라도 출력 신호에서 편차가 생길 수 있다.

표1은 채널별 전류, 전압 결과를 나타내었다.

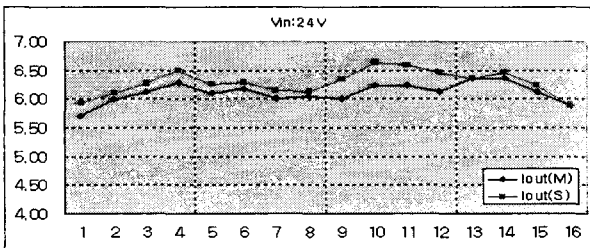


그림 9 전류 편차  
Fig. 9 Current deflection

표 1. 출력 전압, 전류의 결과

Table 1. Results of output voltage and current

	Vout (rms V)		Iout (mArmsV)		Pout (W)	
	Master	Slave	Master	Slave	Master	Slave
CH1	597	601	5.70	5.93	3.40	3.56
CH2	593	611	5.99	6.10	3.55	3.73
CH3	590	598	6.11	6.27	3.60	3.75
CH4	572	587	6.28	6.50	3.59	3.82
CH5	589	590	6.10	6.25	3.59	3.69
CH6	579	592	6.18	6.28	3.58	3.72
CH7	589	586	6.01	6.15	3.54	3.60
CH8	578	596	6.04	6.12	3.49	3.65
CH9	586	604	6.00	6.34	3.52	3.83
CH10	574	605	6.24	6.64	3.58	4.02
CH11	582	597	6.23	6.58	3.63	3.92
CH12	575	604	6.12	6.46	3.52	3.90
CH13	586	597	6.35	6.35	3.72	3.72
CH14	583	601	6.35	6.46	3.70	3.88
CH15	596	606	6.13	6.23	3.65	3.78
CH16	596	614	5.88	5.88	3.50	3.61
AVE	585.3	599.2	6.11	6.28	3.57	3.76
MAX	597	614	6.35	6.64	3.72	4.02
MIN	572	586	5.70	5.88	3.40	3.56

#### 5. 결론

설계된 인버터는 37인치 LCD TV이며, TV의 내부에 16개의 램프를 구동하였다. 램프가 화면 기준으로 16개가 동일한 간격으로 삽입되어 있으며 두 개의 구동 IC와 승압용 변압기 8개로 구성하였다. 이를 이용하여 90%이상의 휘도대비 입·출력 효율을 얻을 수 있었다. 그리고 램프간의 출력차이는 거의 미소하여 냉음극 방전램프 구동용 인버터로 상용화할 수 있으며, 또 다른 대형디스플레이를 위한 멀티구동으로 적용할 수 있으리라 판단된다.

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

#### 참고 문헌

- [1] Yutaka Inoue : Development of a Large-Size Backlight System for 37V LCD TV
- [2] 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.
- [3] 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
- [4] Abraham I. Pressman, Switching Power Supply Design. McGraw Hill. 1998, pp. 563-609

