

용량성 결합을 고려한 CCFL 병렬 구동

박정오*, 김철진*, 박현철**
 한라대학교*, (주)씨투씨코리아**

Parallel Operation of CCFLs Considering on Capacitive Coupling

Jung-Oh Park*, Cherl-Jin Kim*, Hyun-Chul Park**
 Halla University*, CTOC KOREA Inc.**

Abstract -This paper presents an architecture for driving multiple paralleled cold cathode fluorescent lamps (CCFLs) for back lighting applications. The key to the architecture is a proposed capacitive coupling approach for lamp ignition. This system is consist of a flyback converter, a single inverter to drive multiple lamps and conductive floating reflector. The topology is capable of driving a number of parallel lamps with independent accurate lamp, current regulation and improving cost effectiveness with significant reduction in size and weight, compared to typical high frequency ac ballast. Experimental demonstration results for ten of parallel CCFLs with simultaneous ignition. This like the EEFL it will be able to use the CCFL is the thing. Also, it investigates the effect where the leakage current goes mad to the Lamp.

1. 서 론

최근, 경박 단소한 대형 액정표시장치(LCD)에 대한 관심과 개발이 지속적으로 이루어지고 있다. 액정표시장치의 스크린 크기의 증가에 따라 높은 조도로 길이가 긴 CCFL을 효과적으로 구동하기 위해서는 램프를 병렬로 구성하는 것이 바람직하다.[1] CCFL의 구동의 일반적인 방법으로는 로이어 발진기를 기반으로 한 푸시풀(Push-pull)형 고주파 LCC 공진 인버터나 하프 브리지, 풀 브리지 방식이 있다.[2]

백라이트 시스템에 사용하는 램프의 수가 늘어날수록 램프당 하나의 LCC회로를 개별적으로 적용하는 것은 크기, 무게, 비용 등 그밖에 복잡한 설계와 손실이 발생하는 단점이 존재한다는 점이다.[3]

이러한 문제를 해결하는 대안으로 하나의 LCC 회로를 이용하여 다수의 램프를 병렬로 구동을 한다면 매우 좋은 방안이 될 수가 있다. 이것은 CCFL을 EEFL처럼 구동하는 것을 의미한다.

그러나 일반적으로 병렬램프의 안정된 점등과 각 램프에 흐르는 전류를 동시에 제어하기 위해서는 고난도의 기술이 요구가 되는데, 본 연구에서는 하나의 인버터로 다수의 CCFL을 효과적으로 구동시킬 수 있는 방안을 제안하고 있다.

램프의 후면에 도체를 배치함으로써 용량성 결합이 이루어 질 수 있는 환경을 조성하여 낮은 시동전압에서도 점등이 가능하도록 하는 방안을 제안하였다. [6]

제안한 방안은 램프와 도체판 사이의 용량성 결합이 이루어져 온도영향으로 인한 조도의 불균일성, 전자기적 간섭현상(EMI) 등 고주파 방식에서 존재하는 많은 단점을 해결할 수 있다.

또한, 램프의 수명을 장시간으로 유지하고, 기존의 방식에 비하여 크기, 무게 및 경제적 효과를 기대할 수 있도록 램프 자체의 점등전압을 구동전압에 근접하도록 하는 것은 좋은 방안이 될 수 있으며 이를 위해 용량성 결합을 이용한 것을 이 연구를 통하여 나타내었다.

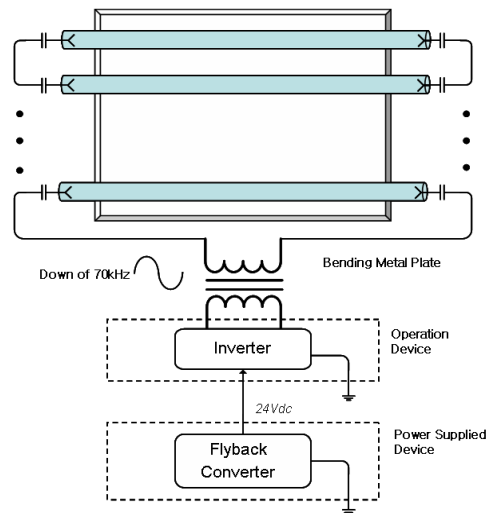
2. 램프의 특성과 회로의 구성

그림 1은 다수의 CCFL을 병렬구동하기 위한 회로의 구성을

간략히 나타낸 그림이다. 그림의 금속 도체판에 의해 용량성 결합이 이루어지고, 구동전압 부근(460~ 650V) 에서 다수의 CCFL램프의 점등이 가능하도록 시스템을 구성하였다.

본 연구에서 제안하는 방안은 램프 뒷면에 금속재질을 배치 함으로써 용량성 결합이 이루어 질수 있는 환경을 조성하고 낮은 시동 전압에서도 점등이 가능하다.

아래 그림 1에서와 같이 70kHz 이내의 구동에 의한 금속판에 용량성 결합이 이루어지고, 점등이 이루어 질수 있도록 환경을 구축을 하는 전원공급 장치와 구동장치로 분리될 수 있다.



<그림 1> CCFL 병렬구동을 위한 회로 구성

CCFL을 포함한 대부분의 방전등은 800V -2kV 정도의 교류전압에서 점등되고, 200-800Vrms 정도에서 구동된다.

그러나 점등 전에 램프에 기생하는 정전용량을 통하여 램프의 특정 부위에서 변위전류가 발생하는 경우는 점등전압의 저하가 나타난다.

이 점등 전압 강하의 실험은 램프제조회사에서 제시한 데이터를 인용하였고 구동전압 부근에서 점등을 실험하기 위해 알루미늄 Plate를 이용 하여 램프 10등이 최초로 병렬 점등이 완벽하게 되는 시점을 기준으로 실험하였다.

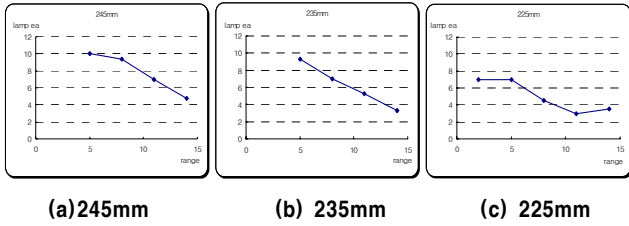
<표 1> Lamp Specification

	Description	Specification
1	Lamp Wattage	2.60W
2	Lamp Current	6 ±05 mA
3	Lamp Voltage	430 ±30V
4	Starting Voltage	1,030V
5	Tube Length(L)	252mm
6	Tube Diameter(D)	4.00mm
7	Brightness(cd/ m ²)	25,000
8	Average Life Time	50,000HRS

또한, 반사판의 길이(램프에서 램프까지의 간격)를 각각 10mm로 변화를 주고 램프의 간격(램프와 반사판의 간격)을 각각 3mm로 이격시켜 가며 램프 점등 수를 파악하였다.

그림 2는 10개의 병렬 연결된 CCFL 모듈 5개를 테스트하여 평균치를 나타낸 그래프이다.

이 plate를 통하여 나타나는 변위전류는, 점등 전의 가스 챔버의 높은 임피던스와 비교하여 기생용량에 의한 임피던스는 비교적 낮기 때문에, 전계의 변화에 의한 자유전자의 여기상태와 관련이 있다, 즉 용량성 결합은 고주파 안정기에서 램프의 점등전압을 저감할 수 있는 장점이 있는 반면, 효율감소와 조명의 불균일성을 발생하는 원인이 된다. 이것은 CCFL 용 고주파 안정기의 설계시 고려해야할 온도효과(thermometer effect)로서, 효율 및 광 특성 개선을 위한 기생용량의 저감에 관한 대책이 강구되어 왔다.[4]



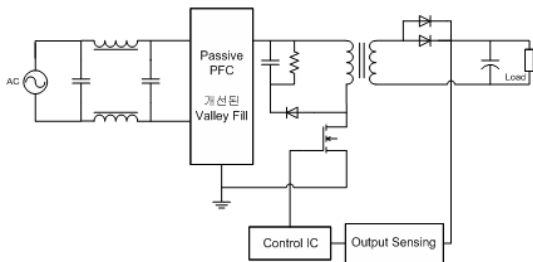
(a) 245mm (b) 235mm (c) 225mm
 <그림 2> Plate를 이용한 램프 점등 수의 파악

본 연구에서는 이러한 내용을 고려하여 CCFL 구동에 70kHz 이내의 주파수를 적용하였으며, 용량성 결합을 사용하여 다수의 램프를 점등하고 정상적으로 구동할 수 있었다. 길이가 긴 램프에서, 점등과 높은 광출력을 유지하기 위해서는 비교적 1kV 이상의 전압이 요구되며, 이 경우 효율과 광 균일성과 같은 동일한 결합 문제가 발생한다. 램프의 후면에 램프길이의 약 75% 정도의 도체를 사용하여 적절한 용량결합을 적용함으로써 구동전압 부근의 낮은 전압에서 다수의 병렬 램프의 점등이 가능함을 확인하였다.

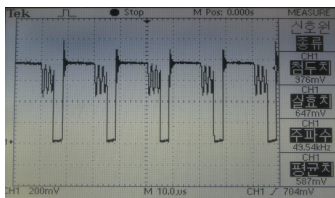
3. 구동 회로의 설계

3.1 전원 공급 회로

플라이백 컨버터의 자세한 회로와 기본적인 구동 파형을 그림3에 나타내었고, 수동 역율 회로를 사용하여 역률 개선이 가능하다. 여기서, Vdc=24V 트랜스포머 권선비=10:1 ton=17us, fs=50khz 이다.



<그림 3> 컨버터 회로 구성



<그림 4> 컨버터 회로의 스위칭파형 (10us)

그림1의 구조에서 램프를 병렬 점등하기 위한 입력전압의 확보를 위하여 플라이백 컨버터의 사양을 다음과 같이 선정하였다.

전원 공급용 컨버터는 Free Voltage용으로 24Vdc 출력을 내보낸다. 기본적으로 과전류와 무부하시 보호기능을 수행하며 구동방식은 Flyback

이다. 1차와 2차측으로 분리된 10:1 트랜스포머가 사용되었고 1차측 FET에서 인덕터의 서지를 보호하기 위해 스너버 회로를 적용하였다. 컨버터는 정격 출력시 0.9 이상의 고역률을 유지하고 있으며, 주 스위치 소자의 출력파형을 그림 4에 제시하였다.

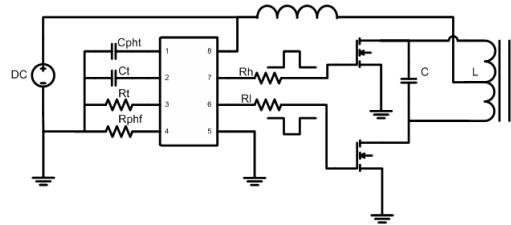
3.2 구동회로

다수의 CCFL 후면에 배치한 긴 금속판은 점등에 필요한 용량성 결합을 위한 기능을 제공하고 있다. 램프 시동전압은 램프의 특성, 온도 및 동판과 램프 측면과의 거리 등을 포함한 각종 요인에 따라 결정된다. 램프를 구동하기 위한 회로는 Push-Pull 방식을 기반으로 설계하였으며 인덕터의 게이트 드라이버 IC인 IP3101을 이용하여 공진 및 구동 주파수와 시동 주파수를 조정하였다. 구동주파수 및 공진 주파수는 IC의 특성에 따라 다음의 식으로부터 결정할 수 있다.

$$f_{oscillation} = \frac{1}{2.2R_t C_t} \quad (1)$$

$$f_{resonance} \cong \left(\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \right) \quad (2)$$

다음의 그림3은 인버터회로의 구성도이다.



<그림 5> 인버터 회로의 구성

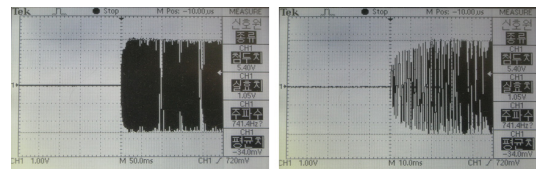
램프의 점등을 위한 시간과 주파수는 IC 주변의 C_{pht} 와 R_{pht} 의 시정수에 따라 조절 및 설정이 가능하고, 점등시간 T_{pht} 는 C_{pht} 와 V_{pht} 의 값에 비례하여 나타난다.

여기서, $V_{pht} \cong (44000 / R_{pht}) + 0.05$ 로 IC 제조사에서 제시한 고유 상수이다.

또한, 시동 주파수 $f_{preheat}$ 는 IC의 특성에 따라 다음의 관계를 갖는다.

$$f_{preheat} = \frac{R_t + R_{pht}}{2.5R_t C_t R_{pht}}$$

그림 4는 500:1의 차동 프로브로 측정된 시동순간과 구동파형을 각각 나타낸 그림으로, 구동 주파수는 공진 주파수 영역에서 매우 근접하였다.



(a) 50ms (b) 10ms

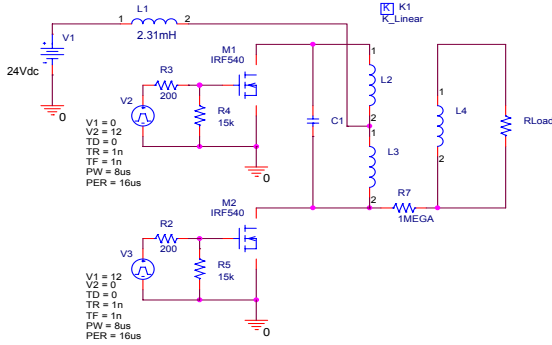
<그림 6> 시동특성

4. 실험 결과 및 검토

램프를 병렬 점등하기 위한 입력전압의 확보를 위하여 실험에 사용한 플라이백 컨버터는 Vdc=24V 출력, 권선비=10, fs=50khz 로 설계하였으며, 제작한 컨버터는 정격출력에서 90% 이상의 역률을 유지하였다.

인버터 회로의 설계를 위한 시뮬레이션 및 결과를 다음의 그림 5에 제시하였다. 여기서, 주파수를 62.5kHz, L1=0.15mH, L2,

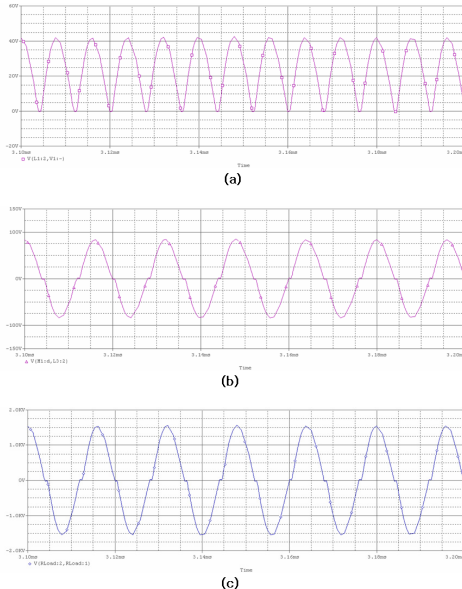
L3=13mH, L4=17.6mH, C1=0.1uF 로 각각 설계하였다.



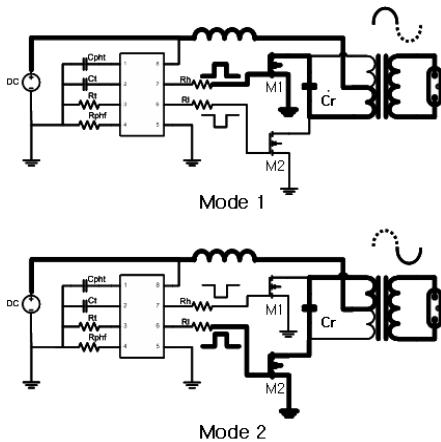
〈그림 7〉 인버터 회로 등가 모델

그림 6의 Model에서 M2의 스위치가 off이고 M1의 스위치가 on 이면 트랜스포머 T1의 1차 권선 b와 Cr을 거쳐 전류가 흐르게 되고, 자속 Φ 는 반대 방향으로 흐르게 된다.

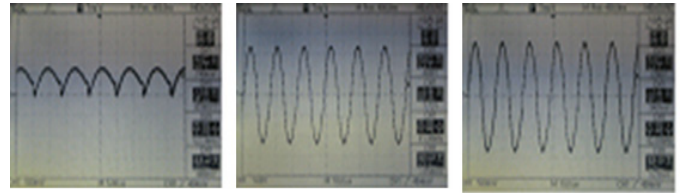
그러므로 출력 $V_2 = -(N_1/2)(\Delta\Phi/\Delta t)$ 가 된다.



〈그림 8〉 인버터 회로의 시뮬레이션 결과
(a)L1 양단 (b) Cr 양단 (c)출력



〈그림 9〉 인버터 회로의 동작



(a) (b) (c)

〈그림 10〉 실험 파형
(a)L1 양단 (b)Cr 양단 (c)출력

플라이백 컨버터의 입력전압은 24V로 하였고, 램프의 점등 특성을 확인하기 위해 램프의 관경 4pi 길이 27cm, 정격 구동전압 460V급의 병렬로 구성된 CCFL로 실험을 수행 하였다.

시뮬레이션 결과와 그림 6의 실험결과에 대한 파형을 비교할 때 실험결과와 파형과 유사함을 알 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 용량성 결합을 통한 병렬 연결된 다수의 CCFL의 구동 방안을 제안하였다. 제안한 시스템은 절연된 플라이백 컨버터와 CCFL의 에너지 공급을 위한 Push-Pull 구동 고압 인버터로 다수의 병렬 연결된 CCFL을 하나의 트랜스포머를 이용하여 구동함으로써 LCD 표시장치에 적용할 경우 소형 경량 및 저비용의 장점을 가질 수 있다. 이러한 구동은 기생용량에 대한 영향의 저감과 현저한 EMI 감소뿐만 아니라 효율개선을 실현할 수 있다. 램프와 도전성 반사판 사이의 용량성 결합이 점등전압에 근접한 구동전압의 운용을 가능하게 하여 램프 신뢰성 향상과 램프의 소자의 스트레스 저감을 통한 수명연장을 이룰 수 있다. CCFL 10등을 병렬 구동한 실험결과로부터, 본 연구는 CCFL을 적용하는 각종 응용분야에서 경제적이며 소형, 경량화를 실현하는 유용한 방안이 될 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] J. Kahl, "Understanding Cold Cathode Fluorescent Lamps (CCFL'S)," Application Information AI-007, JKL Components Corporation, Nov. 1998, <http://www.iklamp.com>.
- [2] Cherl-Jin Kim; Jae-Geun Ji; Shin-Yong Yoon, "A study on the design and performance of electronic ballast for ccfl dimming control with frequency modulation," in Proc. Sixth International Conference on Electrical Machines and Systems, Nov. 2003, pp. 453-456.
- [3] L. Williams, "Fourth Generation of LCD Backlighting Technology," Lincar Technologies Corporation, Application Note 65, Nov. 1995.
- [4] J.O'Connor, "Dimmable Cold Cathode Fluorescent Lamp ballast design using the UC3871," Unitrode Corporation, Application Note U-138.1999.
- [5] T.S.Cho, et.al. "Capacitive Coupled Electrode less Discharge Backlight Driven by Square Pulses" IEEE Trans, on Plasma Science, Vol. 30, No. 5pp.2005-2009. Oct. 2002.
- [6] STMicroelectronics, AN1722 APPLICATION NOTE Design and Realization of a CCFL Application Using TSM108, STN790A, or STS3DPFS30, and STSA1805
- [7] Monm Doshi, Jianjian Bian, Regan Zane and Francisco J. Azcondo "Low Frequency Architecture for Multi-Lamp CCFL Systems with Capacitive Ignition" 2005 IEEE. 1072-1078