

냉음극 형광램프의 병렬구동에 관한 연구

김철진* 박현철** 박정오*
*한라대학교 ** (주)씨투씨코리아

A Study on the Parallel Drive of Cold Cathode Fluorescent Lamp (CCFL)

Cherl-Jin Kim*, Hyun-Cherl Park**, Jung-Oh Park*
*Halla Univ **CTOCKOREA Inc

Abstract - This paper presents an architecture for driving multiple parallel 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.

1. 서 론

최근, 경박 단순한 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 구동에는 로이어 발진기를 기반으로 한 푸시풀(Push-pull)형 고주파 LCC 공진 인버터나 브리지방식의 인버터가 사용되는 것이 일반적이다.[2]

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

이러한 문제를 해결하는 대안으로 하나의 LCC 안정기를 사용하여 다수의 램프를 구동하는 것이 좋은 방안이 될 수 있다.

그러나 일반적으로 병렬램프의 안정된 점등과 각 램프에 흐르는 전류를 동시에 제어하기 위해서는 고난도의 기술이 요구된다.

본 연구에서는 하나의 인버터로 다수의 CCFL을 효과적으로 구동시킬 수 있는 방안을 제안하고 있다. 램프의 후면에 도체를 배치함으로써 용량성 결합이 이루어 질수 있는 환경을 조성하고 낮은 시동전압에서도 점등이 가능하도록 하는 방안을 제안하였다. [6]

제안한 방안은 용량성 결합과 온도영향으로 인한 조도의 불균일성, 전자기적 간섭현상(EMI) 등 고주파 방식에서 존재하는 많은 단점을 해결할 수 있다.

또한, 고유의 용량성 결합을 이용하여 램프 점등전압을

구동전압에 근접하도록 함으로써 부드러운 구동 파형과 램프의 수명을 장시간으로 유지할 수 있으며, 기존의 방식에 비하여 크기, 무게 및 경제적 효과를 기대할 수 있다.

2. 램프의 점등과 구동

2.1 용량성 결합에 의한 램프 점등

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.

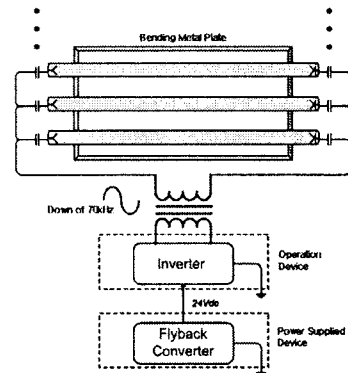


그림 1. CCFL 병렬구동을 위한 회로 구성

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

그러나 점등 전에 램프에 기생하는 정전용량을 통하여 램프의 특정 부위에서 변위전류가 발생하는 경우는 점등 전압의 저하가 발생한다. 이 변위전류는, 점등 전의 가스 챔버의 높은 임피던스와 비교하여 기생용량에 의한 임피던스는 비교적 낮기 때문에, 전체의 변화에 의한 자유전자의 여기상태와 관련이 있다, 즉 용량성 결합은 고주파 안정기에서 램프의 점등전압을 저감 할 수 있는 장점이 있는 반면, 효율감소와 조명의 불균일성을 발생하는 원인이 된다. 이것은 CCFL 용 고주파 안정기의 설계시 고려해야할 온도효과(thermometer effect)로서, 효율 및 광특

성 개선을 위한 기생용량의 저감에 관한 대책이 강구되어 왔다.[4]

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 동판을 사용하여 적절한 용량결합을 적용함으로써 구동전압 부근의 낮은 전압에서 다수의 병렬 램프의 점등이 가능함을 확인하였다.

2.2 구동회로

그림 2는 구동회로의 블록 다이어그램을 나타낸 것이다. 이 시스템은 24Vdc 출력의 컨버터, 용량성 결합을 기하기 위한 도체판, 램프를 구동하는 점등회로, 고압 트랜스포머 및 제어용 IC와 주변회로로 구성된다.

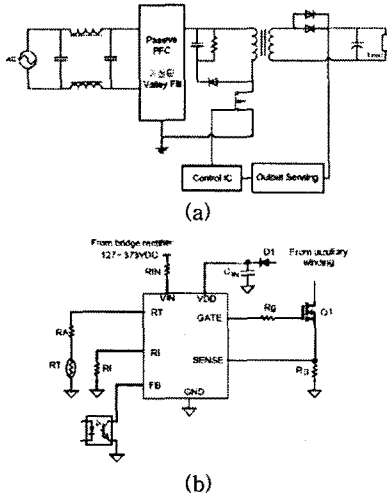


그림 2. 플라이백 컨버터와 제어회로
(a) 컨버터 회로 (b) 제어회로

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 로이어 방식을 기반으로 설계하였으며 인터피온사의 게이트 드라이버IC인 IP3101을 이용하여 공진 및 구동 주파수와 시동 주파수를 조정하였다. 구동 주파수 및 공진 주파수는 IC의 특성에 따라 다음의 식으로부터 결정할 수 있다.

$$f_{sw} = \frac{1}{2.2R_i C_i} \quad (2-1)$$

$$f_{res} \approx \left(\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \right) \quad (2-2)$$

다음의 그림3은 인버터회로의 구성도이다.

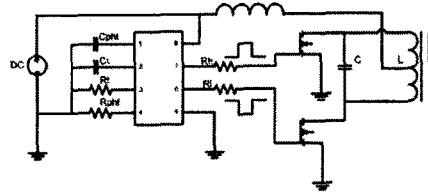


그림 3. 인버터 회로의 구성

램프의 점등을 위한 시간과 주파수는 IC 주변의 C_{pht} 와 R_{pht} 의 시정수에 따라 조절 및 설정이 가능하고, 점등시간은 다음의 관계로부터 나타난다.

$$T_{pht} \approx \frac{C_{pht}}{0.9 \cdot 10^{-6}} V_{pht} \quad (2-3)$$

여기서,

$$V_{pht} \approx \frac{44000}{R_{pht}} + 0.05 \quad (2-4)$$

또한, 시동 주파수 f_{pht} 는 제어용 IC의 특성에 따라 다음 식과 같이 결정된다.

$$f_{pht} = \frac{R_i + R_{pht}}{2.5R_i C_i R_{pht}} \quad (2-5)$$

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

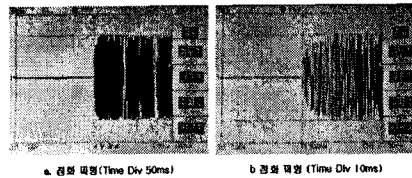


그림 4. 시동특성
(a)50ms/div (b)10ms/div

3. 실험결과 및 검토

램프를 병렬 점등하기 위한 입력전압의 확보를 위하여 실험에 사용한 플라이백 컨버터는 Vdc=24V 출력, 권선비=10, fs=50kHz로 설계하였으며, 제작한 컨버터는 정격 출력에서 90% 이상의 역률을 유지하였다. 인버터 회로의 설계를 위한 시뮬레이션 및 결과를 다음의 그림 5에 제시하였다. 여기서, 주파수를 62.5kHz, L1=2.31mH, L2, L3=13mH, L4=17.6mH, C1=0.1uF로 각각 설계하였다.

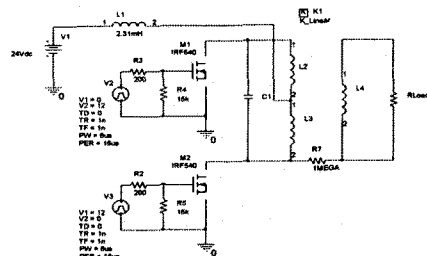


그림 5. 인버터 회로 등가모델

4. 결 론

본 연구에서는 병렬 연결된 다수의 CCFL의 구동 방안을 제안하였다. 제안한 시스템은 컨버터와 인버터로 다수의 CCFL을 병렬 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. 용량성 결합을 기반으로 한 램프 점등으로, 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 ," Uoilrode Carporalion, 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] 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.gn of a two-stage low-frequency

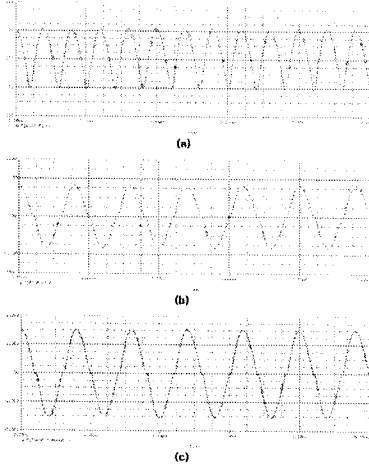


그림 6. 인버터 회로의 시뮬레이션 결과
(a)L1 양단 (b) Cr 양단 (c)출력

그림 6의 Mode1에서 M2의 스위치가 off이고 M1의 스위치가 on이면 트랜스포머 T1의 1차 권선 b와 Cr을 거쳐 전류가 흐르게 되고, 자속 ϕ 는 반대 방향으로 흐르게 된다.

그러므로 출력 $V_2 = -(N_2/2)(\Delta\phi/\Delta t)$ 가 된다.

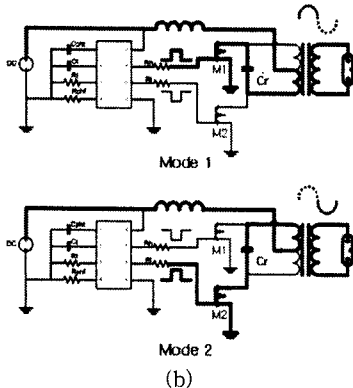


그림 7. 인버터 회로의 동작

플라이백 컨버터의 입력전압은 24V로 하였고, 램프의 점등 특성을 확인하기 위해 27cm. 460V급의 병렬로 구성된 CCFL로 실험을 수행 하였다.

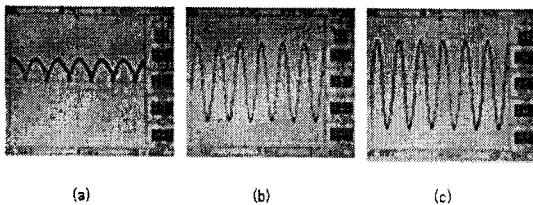


그림 8. 실험파형
(a)L1 양단 (b)Cr 양단 (c)출력

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