

EEFL 인버터의 Dimming 제어 특성

서 은 경*, 임 정 규*, 정 세 교*, 이 대 식**, 방 배 규***
 경상대학교 전기전자공학부*, 대구대학교**, (주)파라이엔티***

Dimming Control Characteristics of External Electrode Fluorescent Lamp Inverter

Eun-Kyung Seo*, Jeong-Gyu Lim*, Se-Kyo Chung*, Dae-Sik Lee**, Bae-Gyu Bang***
 Gyeongsang National University*, Daegu University**, Para ENT Co.***

ABSTRACT

This paper represents a dimming control characteristics of an external electrode fluorescent lamp (EEFL) inverter, which is replacing a cold cathode fluorescent lamp (CCFL) in the area of the large-sized LCD backlight. The analog and burst dimming control methods for the EEFL are compared and the control characteristics are analyzed through the experiments.

1. 서 론

현재 TFT LCD Backlight의 광원으로 냉음극형 형광램프 (Cold Cathode Fluorescent Lamp; CCFL)가 주종을 이루고 있으나, LCD의 대형화에 따라 외부전극형 형광램프 (External Electrode Fluorescent Lamp; EEFL)의 사용이 점차 확대되고 있다.

EEFL은 휘도가 400nit 이상으로 CCFL보다 60% 이상 뛰어나고 휘도를 필요로 하는 TV 등 LCD의 응용분야를 더욱 확산시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 전극이 램프 안에 있는 CCFL과는 달리 전극이 외부에 있어 병렬로 동작하기에 유리하고, 램프 간의 전압편차를 줄여 고른 휘도 구현이 가능하다. 따라서 하나의 인버터로 다수의 램프구동이 가능하여 원가절감과 LCD 모듈의 무게를 대폭 줄일 수 있다. 이러한 장점으로 인해 대형 LCD를 중심으로 EEFL의 적용이 확대되고 있다.^[1]

지금까지 CCFL의 구동특성, 인버터 토폴로지 및 Dimming 제어에 대해서는 많은 연구가 진행되어왔다. 그러나 EEFL에 대해서는 초기 연구 단계이며 CCFL에 적용되던 구동 및 제어 방식이 원용되고 있다.^{[2][3][4]} 그러나 EEFL의 고휘도/고효율 구동을 위해서는 램프 특성에 맞는 구동방식, 구동주파수 및 제어방법이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 EEFL의 Dimming 제어 시 구동 특성을 분석하여 향후 최적의 제어방식을 찾는 데 활용하고자 하였다. EEFL 구동을 위해서 Floated full-bridge 방식의 인버터를 구성하였고 다양한 조건에서 Dimming 제어 특성을 실험을 통하여 분석하였다.

2. EEFL 구동 인버터

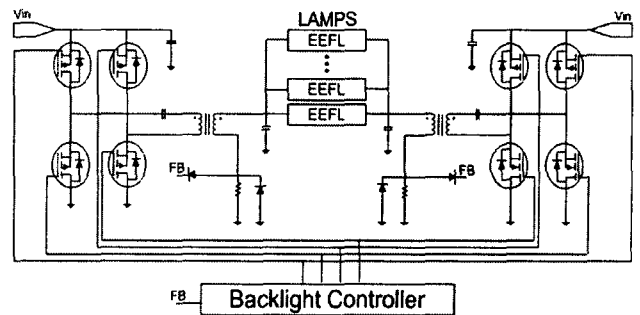


그림 1 Full-bridge EEFL 인버터
 Fig. 1 Full-Bridge EEFL Inverter

CCFL 또는 EEFL 구동을 위한 인버터 회로 구성 방식에는 풀브릿지 (Full-bridge), 하프 브릿지 (Half-bridge), 푸시풀 (Push-pull) 방식 등이 있다. 이 중 다중의 EEFL 구동을 위해서는 Floated full-bridge 방식의 인버터가 주로 쓰인다. 그림 1은 Floated full-bridge 방식의 EEFL 구동 인버터의 구성을 나타내고 있다.^[5] 이 방식에서는 하나의 Master인버터와 이에 동기된 Slave인버터로 구성이 되며, 각 인버터의 스위치는 반대로 동작하여 고전압을 EEFL의 양단에 인가하게 된다. 인버터의 입력 전압은 직류 24V이며 EEFL 양단 전압은 정상상태에서 1200V이다.

3. Dimming Control

EEFL의 조도를 제어하기 위한 dimming 제어 방법은 크게 Analog dimming과 Burst dimming 방식으로 나눌 수 있다. Analog dimming 방식은 EEFL의 전류를 직접 제어하는 방식으로, 그림 2와 같이 램프 전류를 검출하여 인버터의 PWM duty를 제어하게 된다. 이 방식은 램프의 밝기가 전류에 비례하므로 제어의 선형성이 우수하다는 장점이 있으나 낮은 PWM duty에서는 램프를 구동하기가 어려워 Dimming 제어 범위가 2:1 정도로 좁다는 단점이 있다.

Burst dimming 방식은 저주파의 펄스신호를 이용하여 ON/OFF 시간을 조절하여 조도를 제어하는 방식이다. 그림

3과 같이 T1과 T2의 시간을 조절하여 램프의 조도를 제어하게 되며 T1시간 동안은 램프를 정격 구동하고 T2 시간 동안은 램프를 꺼주게 된다. 따라서 이 방식에서는 매우 넓은 Dimming 제어 범위를 가지게 된다.

대용량의 램프 구동에는 Burst dimming 방식이 주로 쓰이며 본 논문에서는 Burst dimming 방식에서의 EEFL 구동 특성에 대하여 실험을 수행하고 결과를 분석하였다.

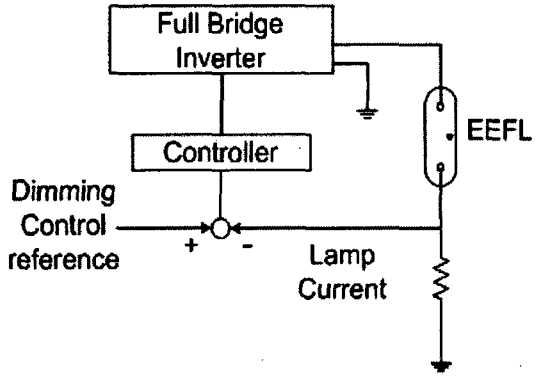


그림 2 아날로그 디밍 방식
Fig. 2 An Analog Dimming method

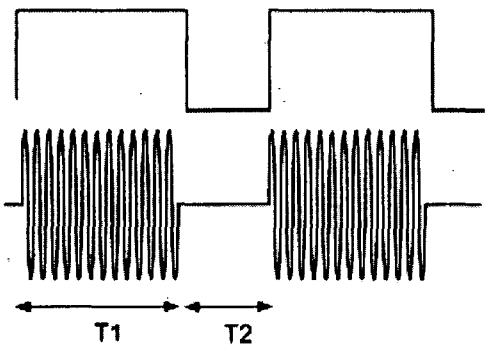


그림 3 버스트 디밍 방식
Fig. 3 A Burst Dimming method

4. 실험 및 결과

본 논문의 실험을 위하여 그림 1과 같은 Floated full-bridge 인버터에 18개의 EEFL을 병렬 구동하였다. Full-bridge 인버터의 PWM 주파수는 70kHz 이며 Burst dimming을 위한 저주파 펄스의 주파수와 펄스는 가변할 수 있게 시스템을 구성하였다.

그림 4는 정상상태에서의 인버터 출력전압과 EEFL 전류를 나타낸다. EEFL의 구동 효율을 높이기 위해서는 램프의 자기 방전 특성에 따라 인버터의 스위칭 주파수를 결정해야 하며 이 그림은 램프의 자기 방전 주기와 스위칭 주파수가 잘 동기 된 상태를 나타낸다. 그림 5와 6은 Burst dimming 제어에서 램프가 켜지는 구간에서의 전압과 전류 특성을 나타내고 있다. 램프가 켜지는 과도 상태에는 램프의 자기 방전 주기와 동기가 되지 않고 과전류가 발생하는 것을 볼 수 있으며 이 경우 램프의 구동 효율은 떨어지게 된다. 그림 7과

8은 저주파 펄스의 ON 시간의 비가 각각 20%와 70%의 경우 Dimming 제어 신호와 램프 전류를 나타내고 있다. 이 때 저주파 펄스의 주파수는 200Hz이다. 저주파 Dimming 제어 펄스의 주파수는 일반적으로 수 백Hz 정도로 설정하며 낮은 주파수일 경우 Flickering이 일어나게 되며 너무 높은 주파수를 사용할 경우 Dimming 범위가 좁아지고 ON/OFF 횟수가 많아지므로 효율이 떨어지게 된다. 그림 9는 Dimming 제어 펄스의 주파수가 각각 100, 200, 400Hz일 경우, Duty비의 변화에 따른 입력전류 값을 나타내고 있다. 그림에서 전류의 크기가 램프의 밝기에 비례한다고 하면, 주파수가 높을 경우 낮은 Duty비에서 선형성이 떨어짐을 볼 수 있다.

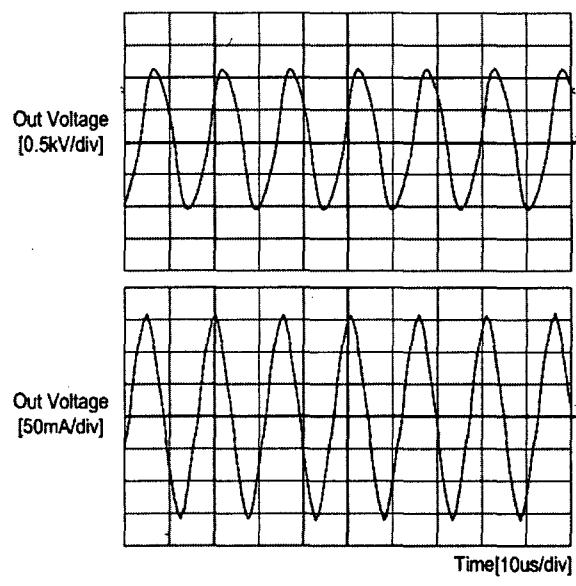


그림 4 정상상태에서 인버터 출력 전압 및 전류
Fig. 4 Out Voltage and Current in Steady-state

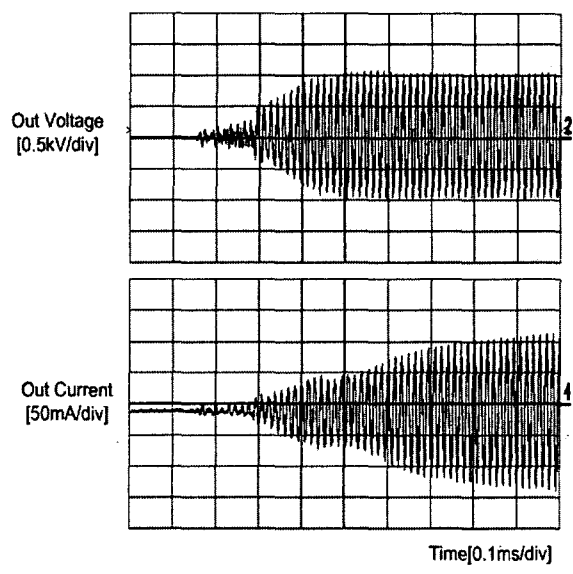


그림 5 램프 ON시 전압 및 전류 특성
Fig. 5 Characteristics of current and voltage when Lamp is turn on

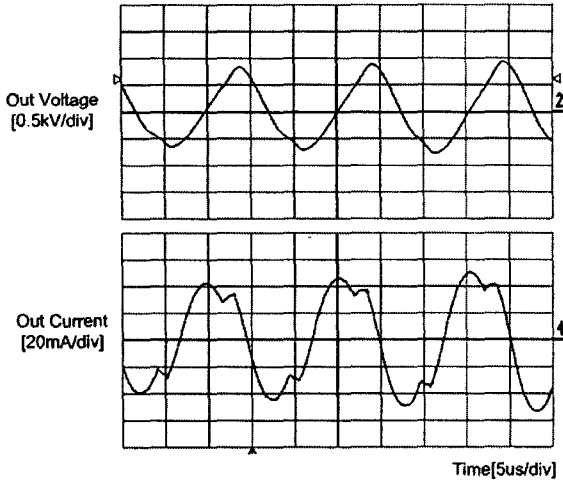


그림 6 비 동기시 출력 전압 및 전류
Fig. 6 Out Voltage and Current in asynchrony

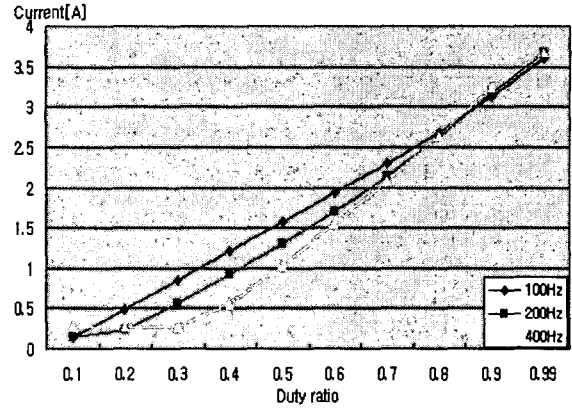


그림 9 듀티비에 대한 전류값
Fig. 9 Current Value vs Duty ratio

5. 결론

본 논문에서는 대형 LCD backlight로 사용되고 있는 EEFL의 Dimming 제어 특성을 실험을 통하여 분석하였다. Floated full-bridge 인버터에 18개의 EEFL을 병렬로 연결하여 실험시스템을 구성하였으며, Burst dimming 방식에서 EEFL의 전압과 전류특성, 과도상태에서의 전류특성, Dimming 제어 펄스의 주파수와 Duty 비에 대한 소모전력 등을 분석하였다. 추후과제로 Dimming 제어펄스의 주파수와, Duty 비에 대한 구동 효율 분석이 필요하며 이러한 결과는 EEFL의 최적 Dimming 제어 조건을 구하는데 활용될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] Tae S. Cho, Nam O. Kwon " Capacitive Coupled Electrodeless Discharge Backlight Driven by Square Pulses" Plasma Science, IEEE Transactions on Volume 30, Issue 5, Part 2, Oct. 2002.
- [2] Cho Nam Ok " Self-discharge synchronizing for luminance and high efficiency in LCD backlight"
- [3] Guangsup Cho, Dae H. Lee, Hyunk S. Song " Discharge Characteristics of the Cold Cathode and External Electrode Fluorescent Lamps " Journal of the Korean Vacuum Society Vol.14, No.2, 2005, pp.49~57.
- [4] Wei Yan and S. Y. (Ron)Hui " An Analysis Into the Dimming Control and Characteristic of Discharge Lamps " IEEE Transactions on Power Electronics. Vol. 20. No. 6. November 2005.
- [5] S. W. Lee, D. Y. Ko, D. Y. Huh and Y. I. Yoo "Simplified Control Technique for LCD Backlight Inverter System Using the Mixed Dimming Method" Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2001. APEC 2001. Sixteenth Annual IEEE Vol. 1, pp. 447 - 453 March 2001.

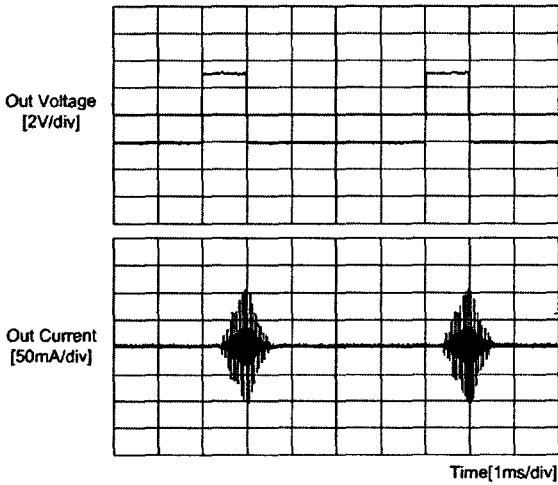


그림 7 Dimming 제어신호와 램프전류(20%)
Fig. 7 Dimming control signal and Lamp Current(20%)

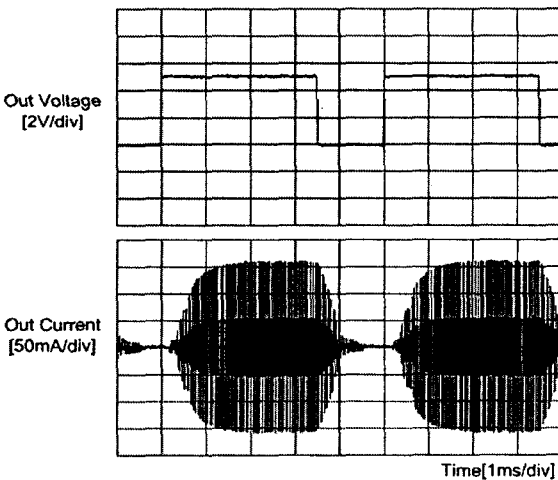


그림 8 Dimming 제어신호와 램프전류(70%)
Fig. 8 Dimming control signal and Lamp Current(20%)