

LCD Backlight용 CCFL 보호 회로에 관한 연구

장유진, 구본암, 공정철, 공승곤, 신상철, 민병운
삼성전기 중앙연구소

A Study of Protection Circuit for CCFL in LCD Backlight System

Yujin Jang, Bonahm Gu, Jungchul Gong, Seungkon Kong, Sangchul Shin, Byoungown Min
Central R&D Institute, Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd

ABSTRACT

본 논문에서는 램프가 한개 이상 개방 시 피드백 제어 회로를 동작하지 않도록 하면서, 램프를 보호할 수 있는 개방전압을 출력하는 LCD 백라이트 구동용 인버터 회로도에 관한 것이다. 램프 개방전압 출력을 위한 회로는 램프 전류 피드백 블록, 개방전압시 이상신호를 감지하는 전압 피드백 블록, 램프 개수에 상관없이 최고치 값을 감지하는 블록으로 되어 있다. 전술한 회로가 내장된 인버터는 램프의 개방 시 램프의 개수 상관없이 CCFL의 보호 스펙인 2500V의 개방전압을 출력한다. 이러한 인버터가 내장된 LCD패널은 향상된 안정화 동작을 구현하게 된다.

1. 서 론

일반적으로, LCD는 자체적인 발광이 불가능하므로 그 후면에서 LCD 전면에 광을 조사할 수 있는 백라이트가 채용된다. 현재까지 대형 LCD용 백라이트의 경우 냉음극형광램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp: CCFL)를 주로 사용하고 있으며, 이 램프를 구동하기 위한 인버터를 포함하고 있다.^[1,2,3,4] 특히, LCD의 백라이트에 채용된 램프의 구동시 램프의 밝기를 일정하게 유지 및 조절하는 것이 매우 중요하며, 이를 위해 인버터는 램프의 전류를 피드백 하여 램프 전류를 일정하게 유지하기 위한 회로가 사용된다.^[5,6,7] 또한, 램프에 과도한 전압이 인가되는 경우, 램프와 인버터 회로를 보호하기 위한 과전압 보호회로가 함께 적용된다.^[8,9]

본 논문은 액정표시장치(LCD)의 백라이트에 채용된 램프(CCFL)를 구동하기 위한 인버터에 관한 것으로, 특히 램프 오픈시 동작하여 램프의 개방 개수에 상관없이 램프오픈시의 램프 구동전압을 정확하게 검출할 수 있도록 함으로써, 램프 개방시 초래되던 과대전압을 방지할 수 있고, 이에 따라 과대전압에 의한 트랜스의 파괴를 미연에 방지할 수 있는 LCD 백라이트 인버터용 전압 피드백 회로에 관한 것이다.

2. 본 론

2.1 회로 설계

종래의 LCD 백라이트 인버터는 그림 1과 같이 램프로부터 전류에 상응하는 전압을 피드백 받고, 이 피드백 전압과 이미

설정된 기준전압과 비교하여 그 차이에 해당하는 전압을 출력하는 오차증폭 블록(E1)과 출력전압에 따른 시비율(duty)이 제어된 펄스신호를 출력하는 램프제어 펄스생성블록(C1)으로 되어 있다. 또한, 램프에 인가되는 전압에 상응하는 전압을 피드백 받고, 이 피드백 전압과 기준전압을 비교하여 램프전압이 기준전압보다 큰 경우 과전압 보호신호를 출력하는 과전압보호 블록(C2)이 있다. 이와 같은 회로구조를 갖는 종래의 LCD백라이트 인버터는 오차증폭블록에서 램프 전류에 상응하는 피드백 전압을 기준전압과 동일하도록 제어하고, 이에 따라 램프제어 펄스 생성블록에서 해당 듀티의 펄스신호를 생성함으로써, 램프에 제공되는 전류를 일정하게 제어한다. 또한, 개방 램프 상태가 되거나 또는 과도 전압 인가 상태가 되면, 과전압 보호부는 이 과도 전압이 인가됨을 판단하여 램프로 제공되는 전류를 차단하는 과전압 보호 신호를 출력 하게 된다. 그러나 종래의 과전압 보호 기능을 갖는 LCD 백라이트 인버터는, 램프에 과도한 전압이 인가되는 경우에도, 오차증폭블록 및 램프제어펄스 생성 블록을 통해 정상상태와 같이 램프제어를 위한 펄스신호가 CCFL쪽으로 전달되는 단점을 가지고 있다. 일반적으로 램프는 개방 램프 상태와 같은 이상상태에서 요구되는 전압 사양을 가지며, 이를 개방전압(open voltage)이라고 한다. 즉, 램프의 수명을 최대한 보장하기 위해서는 개방 램프 상태 또는 과전압 인가상태와 같은 이상상태에서 램프 자체가 갖는 전압 사양인 개방전압이 인가되도록 제어되어야 램프의 수명이 단축되는 것을 방지할 수 있다.

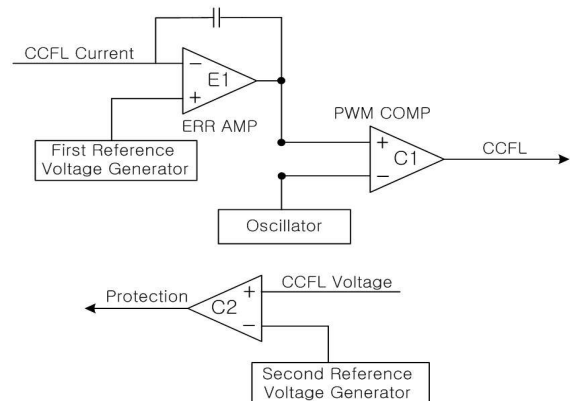


그림 1 종래의 CCFL 보호회로
Fig. 1 Conventional protection circuit for CCFL

그러나 과전압 인가 시 종래의 LCD 백라이트 인버터는 램프에 제공되는 전류가 완전히 차단되기 전까지 정상상태의 펄스 제어가 이루어지게 되므로, 개방전압을 제공할 수 없다. 따라서 종래의 LCD 백라이트 인버터는 과전압 인가 상태에서 램프가 과손되거나, 램프의 수명을 단축시키게 되는 문제점이 있다.

전술한 문제를 극복하기 위하여 그림 2와 같은 개방전압 출력 회로도도를 고안하였다. 구성을 살펴보면, 램프에 흐르는 전류에 상응하는 값을 전압으로 변환하여 입력한 제1 검출전압과 제1 기준전압을 입력 받아 서로 비교하여, 그 오차에 해당하는 제1 오차전압을 출력하는 오차증폭블록(E1)이 있다. 또한 램프에 인가되는 전압에 해당하는 제2 검출전압과 제2 기준전압의 입력을 받아 서로 비교하여 그 오차에 해당하는 제2 오차전압을 출력하는 오차증폭블록(E2)이 있다. 이때 두 개의 오차 증폭부의 선택 방식은 스위치를 이용하여 램프의 정상 동작을 의미하는 제2 검출전압이 제3 기준전압보다 작은 경우는 제2 오차증폭블록(E2)의 입력 단을 접지시키고, 제1 검출전압이 제1 오차증폭블록으로 입력되게 한다. 제2 검출전압이 제3 기준전압보다 큰 경우는 제1 오차증폭블록(E1)의 입력 단을 접지시키고, 제2 검출전압이 제2 오차증폭블록으로 입력되게 한다. 이와 같은 피드백 선택블록(C1)과 제1 오차전압 및 제2 오차전압 중 하나에 따라 듀티가 제어된 펄스신호를 생성하는 램프제어펄스 생성부(C2)로 구성되어 있다. 램프에 인가되는 전압을 검출하는 블록은 두 개의 변압기와 전압감지 블록을 가지고 있으며, 여기서 검출되는 출력은 서로 역위상을 가진다. 다음으로 두 개의 반파 정류기 회로를 거친 후 AC파형의 최대값을 검출하는 블록이 있다. 램프 오픈 또는 이상신호가 블록에서 모두 검출되면, 어느 한쪽에서만 검출되면, 신호의 최대값을 얻게 된다.

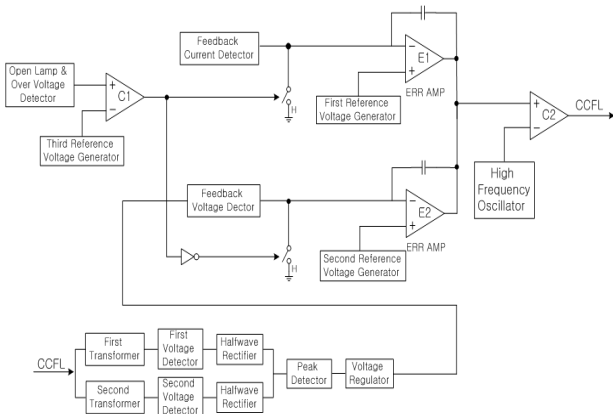


그림 2 램프 보호를 위한 개방 전압 출력 회로도
Fig. 2 Open voltage output circuit for CCFL Protection

2.2 실험 결과

LCD 백라이트 인버터의 동작 구현을 그림2를 참조하여 더욱 상세하게 기술한다. 동작 구현된 컨트롤러 IC 및 인버터는 각각 삼삼전기에서 개발한 SEM2006 IC 및 40"LCD BLU를 이용하였다. 과도전압이 인가되는 이상상태일 때, 램프에 인가되는 전압에 해당하는 제2 검출전압이 피드백 선택부의 제1 비교기에 입력되어 미리 정해진 제3 기준전압과 비교된다. 상기 제3 기준전압은 과도전압을 판단하기 위한 임계치에 상응하는

값을 가지므로, 이상상태에서 상기 제2 검출전압은 제3 기준전압보다 큰 값을 가지게 된다. 앞에서 기술한 정상 상태와는 반대로 제1 비교기의 출력은 하이(high)가 되어, 제1 스위치는 온(단락)상태가 되고, 제2 스위치에는 인버터에 의해 로우(low)신호가 입력되므로 오프(개방) 상태가 된다. 이로써 이상상태에서는 제1 오차증폭부의 출력단 저항이 무한대가 되므로, 제2 오차증폭블록에 의한 오차신호에 의해 인버터가 동작하게 된다. 제2 오차증폭블록에서는, 입력된 램프전압에 해당하는 제2 검출전압과 미리 결정된 제2 기준전압을 비교하여 제2 오차신호를 출력한다. 제2 기준전압의 결정은 램프가 개방되거나 램프에 과도전압이 인가되는 상태에서 램프(CCFL)의 전압사양에 따라 제공하여야 하는 개방전압(open voltage)에 해당하는 값으로 결정하여야 한다. 따라서 제2 기준전압에 따라 램프전압이 제어되는 경우는 램프에 인가되는 전압이 개방 전압 값을 유지하도록 제어되는 것을 뜻한다. 이 때 램프의 개방개수에 상관없이 일정한 개방전압을 출력하여야 한다. 즉, 제2 오차증폭기에서 검출되는 입력전압이 램프의 개방개수에 따라서 달라져서는 안 된다. 그림2에서 램프 정현파형의 최대전압 검출 블록(peak detector) 및 전압 조절블록을 통하여, 동일한 DC출력을 얻는다. 최대전압 검출 블록은 양측의 램프중 한측의 램프가 오픈되면, 오픈된 램프 측에서 검출되는 전압 평균값은 양측 램프가 오픈시에 검출되는 전압의 절반에 해당되므로, 구동전압을 계속 상승하려는 방향으로 제어하여, 이에 따라 구동전압이 과도전압으로 상승되며, 이에 따라 트랜스가 높은 구동전압으로 인해 치명적인 손상을 받는 문제점을 해결하고 있다. 그림3의 (a)는 램프가 1개 개방 되었을 때의 파형으로 개방된 램프에서 2배이상 큰 정현파 출력이 검출된 램프 이상상태이며 다른 쪽은 램프가 정상상태로 정현파 출력이 작게 나옴을 확인할 수 있다, 이때 램프 이상상태 감지 전압은 램프 이상전압의 최대치로 산출하고 있다. (b)는 램프가 2개 개방되었을 때의 파형으로 두 개의 램프이상 상태에 의한 정현파 출력이 나오고 있으며, 두 정현파의 최대 전압값을 이상상태 감지전압으로 산출하고 있다.

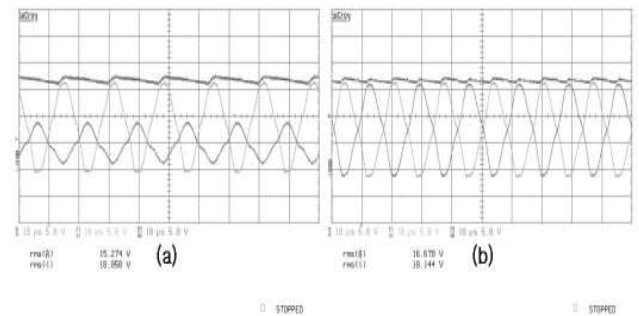


그림 3 (a) 램프 1개 오픈일때 램프 이상상태 감지 전압
(b) 램프 2개 오픈일때 램프 이상상태 감지 전압
Fig. 3 (a) Abnormal 1 Lamp condition detection voltage
(b) Abnormal 2 Lamp condition detection voltage

이렇게 생성된 이상상태 감지 전압은 제1 오차증폭블록에 의한 제어와 비슷하게, 제2 오차신호가 램프제어펄스 생성블록의 제2 비교기로 입력되어 삼각파 발진기 블록에서 출력되는 특정 주기의 삼각파와 비교되며, 제2 비교기는 비교결과에 따라 결정된 듀티를 갖는 펄스 신호를 생성하여 램프로 출력함으로써 램프의 전압사양에 따른 개방전압을 출력한다. 그림4를

보면 점선 구간이 램프가 개방되거나, 이상상태로 있는 구간으로 DET(램프 개방 및 이상전압 감지 단자) 출력이 하이(high)로 감지되며, 이때 SDT (Shutdown time 결정 단자)의 전압이 점점 상승하게 된다. SDT에서 off time을 결정하며, 사양마다 조금씩 다르지만 평균적으로 1~2초의 시간을 가지고 있다.

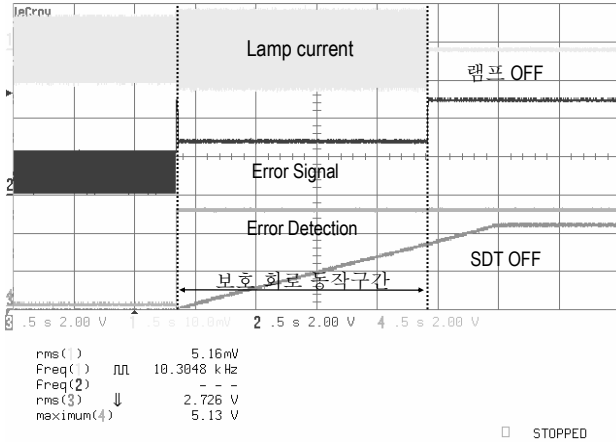


그림 4 램프 이상동작시 보호회로 출력
Fig. 4 Protection circuit output to abnormal lamp condition

이 구간에서 램프는 제 2오차 신호에 의하여 negative feedback을 형성하며, 램프에는 그림5와 같은 개방 전압을 공급하게 된다. 램프이상개수에 상관없이 거의 동일한 이상전압 감지 전압레벨을 산출함으로써, 이상상태에서 램프 개방개수에 상관없이 동일한 개방 전압을 출력할 수 있다. 그림5의 위단은 다등 램프 구동시에 2개의 램프에 램프 개방 또는 이상신호 감지시에 역 위상으로 출력되는 개방전압을 나타내고 있다. 이때 개방전압의 출력은 약 2600V 정도로 정상 동작을 하지 않는 램프에 제공되어 램프를 보호 하고 있다. 그림5의 아래 부분은 한 개의 램프 개방 또는 이상 신호시 감지된 경우로 비슷한 출력을 나타내고 있다. 이러한 특성의 램프 보호를 위한 개방전압의 출력 이후 램프는 shutdown 됨으로써, 램프의 수명 저하 및 특성 저하를 막을 수 있다.

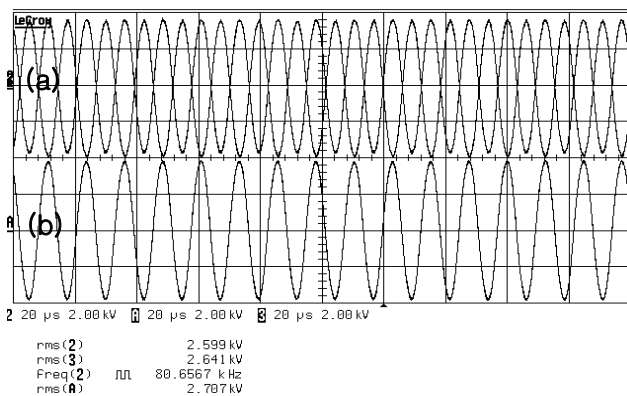


그림 5 (a) 램프 2개 오픈일때 램프 개방 전압
(b) 램프 1개 오픈일때 램프 개방 전압
Fig. 5 (a) Abnormal 1 Lamp condition open voltage
(b) Abnormal 2 Lamp condition open voltage

3. 결론

이와 같이, 종래의 LCD 백라이트 인버터에서는 램프가 개방 상태가 되거나 램프에 과도전압이 인가된 경우에서 정상상태에서와 같은 램프제어가 이루어짐으로써 램프의 수명이 단축되는데 비해, 본 논문에서 제안한 개방전압 출력회로는 여러 램프 중 하나의 램프가 개방 시에 초래되던 과도전압을 방지하며, 램프의 개방개수에 상관없이 램프가 개방상태가 되거나, 램프에 과도전압이 인가된 경우에 램프의 shutdown이 이루어질 때까지 램프에 설정된 전압사양인 개방전압을 램프에 인가할 수 있음으로써 램프의 파손 또는 램프의 수명단축을 예방할 수 있게 된다.

참고 문헌

- [1] Jole A. Donahue, P.E. and Milan M. Jovanovic, "The LLC inverter as a cold cathode fluorescent lamp driver", APEC 1994, pp.427-433.
- [2] J. Williams, "Illumination circuitry for liquid crystal displays," App. Note 49, Linear Technology, Inc., Milpitas, CA, Aug. 1992.
- [3] Chen, S. M., Liang, T. J., Chen, J. F., "Single DC/AC CCFL Inverter for Large Size LCD TV with Burst Control" Circuits and Systems, 2006. APCCAS 2006. IEEE Asia Pacific Conference on Dec. 2006 Page(s):844 - 847
- [4] Gie Hyoun Kweon, Young Cheol Lim, Seung Hak Yang, "An analysis of the backlight inverter by topologies" Industrial Electronics, 2001. Proceedings. ISIE 2001. IEEE International Symposium on Volume 2, 12-16 June 2001 Page(s):896 - 900 vol.2
- [5] C.-C Chen, Y.-T. Chuang Y.-M Chen, and T.-F. Wu, "Multi-phase multi-lamp driving system for LCD backlight," in Proc. IEEE Power Electron. Spec. Conf. (PESC'04), 2004, vol. 2, pp. 1823-1827.
- [6] Lee, S.W., Ko, D.Y., Huh, D.Y., Yoo, Y.I., "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 Volume 1, 4-8 March 2001 Page(s):447 - 453 vol.1
- [7] Jeong, Gang-Youl, "Single Switch LCD Backlight Inverter with a Dimming Control" IEEE Industrial Electronics, IECON 2006 - 32nd Annual Conference on Nov. 2006 Page(s):2180 - 2185
- [8] Kim, S.K., Han, H.S., Woo, Y.J., Cho, G.H., "A Low-Cost High-Efficiency CCFL Inverter With New Capacitive Sensing and Control" Power Electronics, IEEE Transactions on Volume 21, Issue 5, Sept. 2006 Page(s):1444 - 1451
- [9] Sang Kyung Kim, Hee Seok Han, Young Jin Woo, Gyu Hyeong Cho, "Detection and regulation of CCFL current and open-lamp voltage while keeping floating condition of the lamp" Industrial Electronics, IEEE Transactions on Volume 53, Issue 2, April 2006 Page(s):707 - 709