

8비트 마이크로컨트롤러를 이용한 디지털 LCD 백라이트 인버터의 제어

이재민, 유두희, 정강률
순천향대학교 전자정보공학과

Digital LCD Backlight Inverter Control using an 8-bit Microcontroller

Jae-Min Lee, Doo-Hee Yoo, Gang-Youl Jeong
SoonChunHyang University, Asan 336-745, Korea

ABSTRACT

This paper presents a digital LCD(Liquid Crystal Display) backlight inverter control using an 8-bit microcontroller. The backlight uses cold cathode fluorescent lamps(CCFLs) that have the negative resistance characteristics, so it requires the ballast function. For this, the proposed LCD backlight inverter uses an 8-bit microcontroller, ATmega128. Therefore, the controller circuit is simplified and cost-minimized. It shows through the experimental results that the proposed inverter has good performance for the LCD backlight inverter.

1. 서론

최근 LCD 모니터와 노트북 컴퓨터의 이용 확대는 디스플레이의 기술상의 요구를 지속적으로 증가시키고 있다. 냉음극형광램프(CCFL; Cold Cathode Fluorescent Lamp)를 백라이트로 가진 LCD 디스플레이는 디스플레이의 성능, 크기 및 효율을 가장 잘 만족시키는 디스플레이 장치이다. CCFL을 구동시키는 백라이트 인버터의 전원은 컴퓨터 배터리나 아답터로부터 8~20V_{dc}로 주어진다. 그런데 CCFL은 1~2kV의 점화 전압을 필요로 하며 이를 구동하기 위한 백라이트 인버터의 효율과 크기는 매우 중요하다. 그리고 CCFL 안정기에 있어 조광제어(dimming control) 기능은 매우 필요한 기능이다.

본 논문에서는 CCFL 전용 드라이브 칩을 대신할 8비트 마이크로컨트롤러를 이용하여 CCFL의 보호/감시 및 조광제어가 구현된다. 제안된 제어기는 간략화된 회로로 구현되었으나, 성능은 기존의 인버터들과 거의 유사하고, 비용 절감 효과를 가진다. 본 논문에서 적용된 LCD 백라이트 인버터의 제어를 실험을 통하여 확인하였다.

2. 디지털 LCD 백라이트 인버터

2.1 8비트 마이크로컨트롤러

본 논문에서는 ATMEL사의 8비트 마이크로컨트롤러인 ATmega128을 이용하였다. ATmega128은 RISC 구조의 마

이크로컨트롤러로서 16MHz의 크리스탈을 이용할 경우 1개의 명령어에 62.5nsec의 빠른 명령어 처리 수행 시간을 갖는다. ATmega128은 4개의 PWM(Pulse Width Modulation) 신호를 출력할 수 있다. 이는 풀-브리지 인버터의 스위치 구동에 적용된다. 또한 10개의 ADC(Analog to Digital Conversion)채널을 이용하여 CCFL의 조광제어 및 여러 보호/감시회로를 제어할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 조광제어 및 CCFL의 보호, 감시를 위한 제어 알고리즘을 구현하였다.

8비트 마이크로컨트롤러를 이용한 디지털 LCD 백라이트 인버터의 제어 알고리즘은 CCFL 피드백에서 램프의 전류 상태를 감시하고 설정된 기준 전압과 피드백 전압을 비교하여 피드백 전압이 기준 전압보다 큰 경우 과전압 보호 신호를 출력하여 램프의 파괴를 차단할 수 있도록, 8비트 마이크로컨트롤러는 램프 전류에 상응하는 피드백 전압을 기준 전압에 추종하도록 제어하고 이에 따라 램프에 흐르는 전류를 일정하게 제어 또는 전류를 차단하도록 구현되었다.

2.2 인버터의 구성

그림 1은 본 논문에서 제안한 인버터의 구성도이다. 본 논문은 H-L 구동방식으로 CCFL을 구동하였다. CCFL을 구동하기 위한 인버터 회로는 다음과 같이 세 부분으로 구성된다. 인버터 출력을 결정하는 제어 부, DC전원을 AC전원으로 변환하는 인버터 부(스위칭 부), 그리고 CCFL을 보호하는 CCFL 보호, 감시 부로 구성되어 있다.

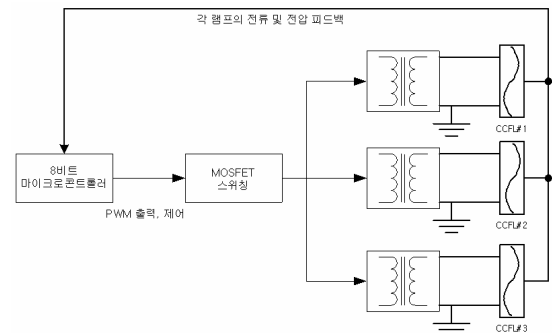


그림 1 제안한 인버터 구성도

Fig. 1 The proposed inverter block diagram

2.2.1 풀-브리지 방식의 스위칭 동작

본 논문은 풀-브리지 구조의 스위칭을 이용하여 인버터의 구동을 한다. 회로의 구성으로는 N타입 MOSFET 스위치 2개, P타입 MOSFET 스위치 2개를 이용하였다. 그리고 인버터 1차측과의 공진을 위한 직렬 커패시터 C_r 으로 구성하였다. 스위칭 부의 해석을 위하여 재구성 하면 그림2와 같다.

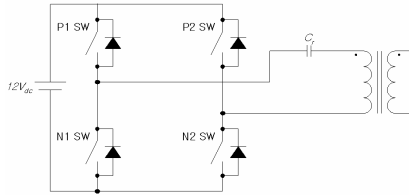


그림 2 풀-브리지 구조를 이용한 스위칭 회로
Fig. 2 The switching circuit using the full-bridge type

그림 3은 4개의 스위치를 이용한 풀-브리지 방식의 스위칭 회로의 스위칭 동작모드를 보인다. 풀-브리지 방식의 스위칭은 모두 4가지 모드를 한 주기로 하여 동작된다.

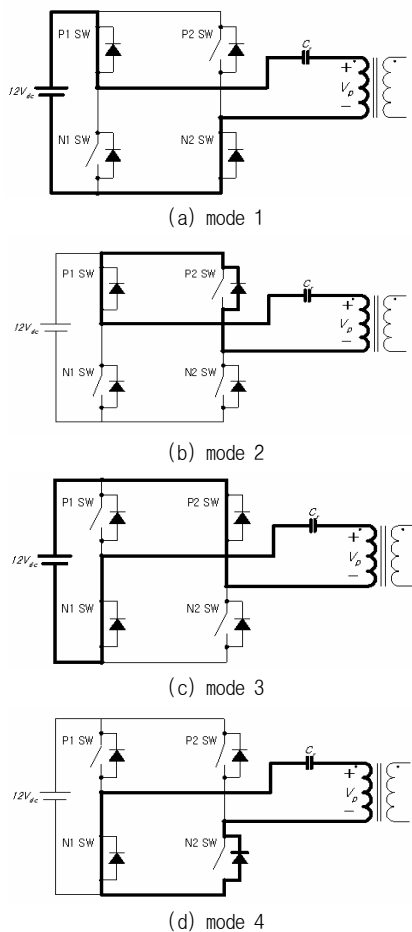


그림 3 풀-브리지 스위칭의 동작모드
Fig. 3 Operation mode of Full-Bridge switching

동작 모드를 살펴보면, **모드 1**은 P1, N2 스위치가 턴온 상태로 인버터 1차측에 흐르는 전류 I_p 는 t1시간까지 선형적으로 상승한다. 동작 모드는 그림 3(a)와 같다.

모드 2는 t=t2인 순간에 $V_p=0$ 인 인버터 1차측 출력 전압을 얻기 위하여 N2 스위치를 턴오프, P2 스위치를 턴온하면 I_p 는 그림 3(b)와 같이 환류 된다. I_p 의 환류는 $V_p=-V_{dc}$ 인 출력전압을 얻기 위하여 t=t3인 순간까지 지속된다.

모드 3은 t=t3인 순간 I_p 의 영전류스위칭(ZCS; Zero Current Switching) 조건에서 P1 스위치를 턴오프, N1 스위치를 턴온 한다. 이때 I_p 는 반대방향으로 흐르기 시작한다. 동작 모드는 그림 3(c)와 같다.

모드 4는 t=t4인 순간 $V_p=0$ 인 인버터 출력전압을 얻기 위하여 P2 스위치를 턴오프, N2스위치를 턴온 한다. 이때 I_p 는 N1 스위치와 N2의 바디 다이오드를 통해 환류 되며 I_p 는 음의 일정한 값으로 유지된다. 동작 모드는 그림 3(d)와 같다. I_p 의 환류는 $V_p=+V_{dc}$ 인 출력전압을 얻기 위하여 t=t5인 순간 P1 스위치를 턴온 함으로써 종료되고, I_p 는 P1, N2 스위치의 바디 다이오드를 통하여 직류전원으로 유도되고 모드 1로 돌아간다(t=t1=t6). 동작 모드의 V_p , I_p 의 파형은 그림 4와 같다.

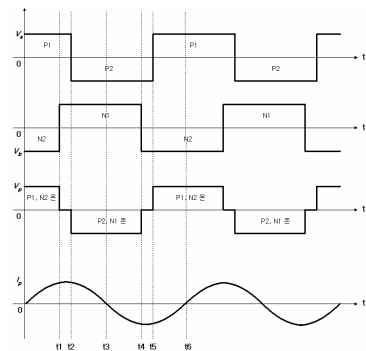


그림 4 동작 모드에 따른 동작파형
Fig. 4 Waveform by operation mode

2.2.2 CCFL의 제어

인버터에 의하여 변환된 고압의 AC전압은 인버터 입력 전압 V_p 의 전압에 따라서 출력 램프의 전압 및 전류가 달라진다. 본 논문에서는 MOSFET 스위치의 턴온 변위각도를 조절하여 출력 램프의 전압 및 전류의 변화를 확인하였다. 이는 표 1에서 보여진다. 또한 각 램프의 전압, 전류가 기준 값과의 비교 및 감시로 인하여 램프의 상태를 확인 및 유지한다.

표 1 스위치 턴온 변위각도에 따른 각 램프의 전류, 전압 값
Table 1 The current, voltage value of an each lamp by switching turn on displacement phaser

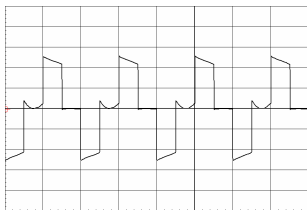
PWM 변위각도	lamp1		lamp2		lamp3	
	V_{lamp1}	I_{lamp1}	V_{lamp2}	I_{lamp2}	V_{lamp3}	I_{lamp3}
60°	740V	4.2mA	740V	4.2mA	740V	4.2mA
90°	610V	7.8mA	605V	7.8mA	605V	7.8mA
170°	525V	11.8mA	520V	11.9mA	520V	11.9mA

3. 시뮬레이션 및 실험결과

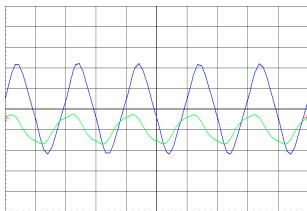
본 논문에서 제안된 CCFL 인버터는 다음과 같이 설계되었다.

- 입력전압 : $12V_{dc}$
- 조광제어 기준전압 : $0 \sim 3.0V_{dc}$
- 동작주파수 : $50kHz$
- 변압기 권선비 : $n1 : n2 = 1 : 69$

본 논문에서 사용된 램프의 사양은 실효치 전압 $800V$, 실효치 전류 $12mA$, 동작 주파수가 $50kHz$ 이다.



(a) 변위각도 90° , 변압기 1차측 전압



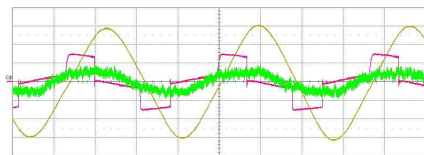
(b) 변위각도 90° , 램프의 전압, 전류

그림 5 램프 출력 시뮬레이션 파형(중간 휘도)

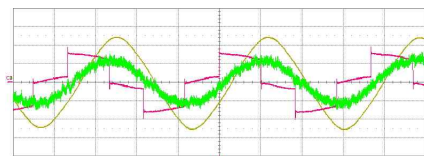
Fig. 5 Output simulation waveform of the lamp (50% brightness)

램프의 조광제어를 위하여 두 개의 PWM 파형이 변조되는데 두 파형의 겹치는 구간으로 램프의 조광제어를 실험하였다. 그림 5은 제안된 인버터의 시뮬레이션 결과 파형이다. 시뮬레이션 결과, 변위각도 90° 에서의 램프의 실효치 전압 V 는 $620V$, 실효치 전류 I 는 $6.7mA$ 의 결과가 나왔다.

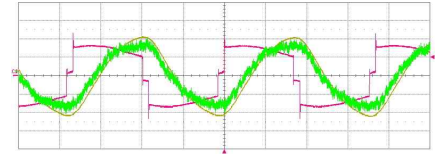
그림 6은 변위 각도를 변경하여 측정한 램프의 전압, 전류 파형이다. 전압, 전류 값은 표 1에서 보여 진다.



(a) 변위각도 60°



(b) 변위각도 90°



(c) 변위각도 170°

그림 6 램프 출력 파형

Fig. 6 Output waveform of the lamp

그림 7은 구현된 백라이트 인버터의 동작모습을 나타낸다. 실험을 위하여 입력을 $12V_{dc} / 3.5mA$ 의 아답터로 하였다.



(a) 변위각도 90°



(b) 변위각도 170°

그림 7 변위각도에 의한 구현된 인버터의 동작

Fig. 7 The operating of realization inverter displacement phaser

4. 결론

본 논문에서는 8비트 마이크로컨트롤러를 이용한 CCFL 인버터의 제어 기법을 제안하였다. 원칩 마이크로컨트롤러를 이용하여 제어회로를 간략화 하였으며, 제작비용 절감도 달성하였다. 또한 본 논문에서 실험을 통하여 그 특성의 확실성을 보였다.

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI04-01-02) 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] 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", APEC 2001, Anaheim USA, pp. 447-453, 2001
- [2] M. S. Lin, W. J. Ho, F. Y. Shih, D. Y. Chen, Y. P. Wu, "A cole-cathode fluorescent lamp driver circuit with synchronous primary-side dimming control", IEEE Trans. on Ind. elec., vol 45, no.2, pp. 249-255 1998.
- [3] G. H. Kwon, Y. C. Lim, and S. H. Yang, "An analysis of the backlight inverter by topologies", ISIE 2001, Pusan, Korea, pp. 896-900, 2001.