

투과도 조절기능이 포함 된 PDLC 전원 공급 장치 개발

이주찬¹, 이진우², 목형수^{1*}
 건국대학교¹, (주)리비콘²

A power supply including adjustable transmittance function of PDLC film

Juchan Lee, Hyung soo Mok, Jin-woo Lee
 Konkuk University, LIVICON CO.,LTD.

ABSTRACT

본 논문은 Polymer Dispersed Liquid Crystal (PDLC) 필름의 투과도 조절을 위한 전원 공급 장치 개발을 목적으로 한다. PDLC의 경우 블라인드를 대신하여 많이 사용된다. 따라서 계절, 시간, 날씨 등의 환경적 요인으로 사용자의 요구 및 필요에 의해 투과도 조절기능이 요구된다. 하지만 현재 시스템은 변압기를 사용하여 PDLC 필름을 구동시켜 투과도 조절이 어렵다. 본 논문에서는 인버터 출력의 듀티 비를 조절하여 PDLC 필름의 투과도 조절을 구현하였다.

1. 서 론

Polymer Dispersed Liquid Crystal (PDLC)는 최근 몇 년간 연구되었으며 스마트 윈도우 및 디스플레이 장치 등 기타 장치에서 응용되기 시작한 새로운 유형의 광 셔터(Light shutter)이다. PDLC는 중합체 매트릭스에 분산 된 네마틱 액정 방울로 이루어져있으며 광학 특성은 전기적으로 제어 된 광 산란 특성을 기반으로 한다.^[1]

전기장이 인가되지 않은 상태에서는 네마틱 방울이 무작위로 유지되어 굴절을 통해 빛을 강하게 산란시켜 PDLC 필름은 불투명 상태(Opaque state)가 되고 전기장이 인가되면 배열되면서 정렬되어 투명한 상태(Transparent state)가 된다.^[2]

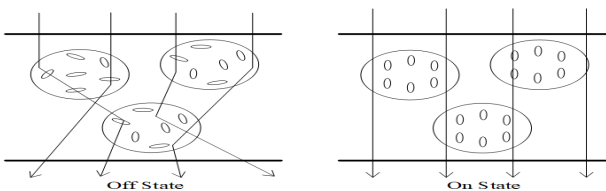


그림 1 PDLC의 동작원리
 Fig. 1 Operation principle of PDLC

PDLC는 Liquid Crystal Display (LCD)의 일종으로서 직류 전압이 존재하면 전압의 비대칭성으로 인해 Cell내의 불순물 이온이 전극 쪽으로 이동하며 불균형화가 일어나 PDLC의 수명을 단축시켜 교류전압을 사용하여야한다.^[3-4]

기존의 사용되고 있는 시스템은 변압기를 사용하기 때문에 전압가변이 어려워 PDLC 필름의 투과도 조절이 어렵다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 전압가변이 용이한 인버터를 사용한 시스템을 제안한다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성

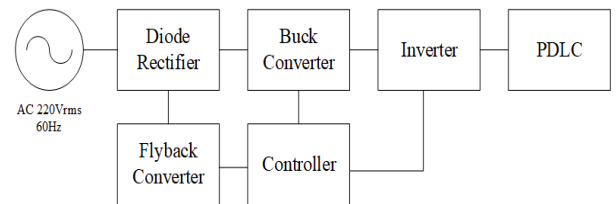


그림 2 제안 PDLC 구동 시스템 (인버터 시스템)
 Fig. 2 Proposed system (Inverter system)

그림2은 본 논문에서 제안하는 시스템의 블록도이다. 제안된 인버터 시스템은 풀-브릿지 인버터를 사용한다. 인버터의 출력 전압은 +, -를 교번하는 형태의 구형파를 출력하고 구형파의 듀티비를 조절하여 PDLC 필름의 인가되는 전압을 가변시켜 투과도를 조절한다.

2.1.1 개발 시스템

그림 3는 PDLC 필름의 투과도 조절을 위해 제안된 전원 공급 장치의 프로토타입이다. 다이오드 정류회로, 풀-브릿지 인버터와 제어기 등의 회로를 포함하고 있다.

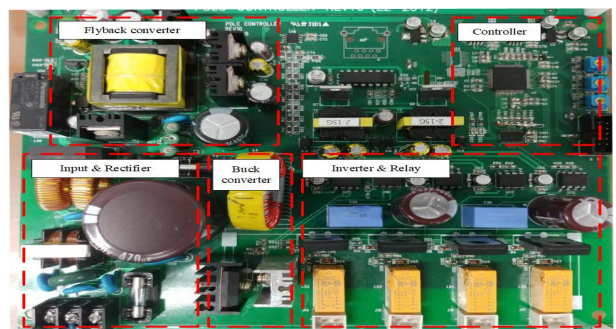


그림 3 PDLC 전원 공급 장치 프로토타입
 Fig. 3 PDLC power supply prototype

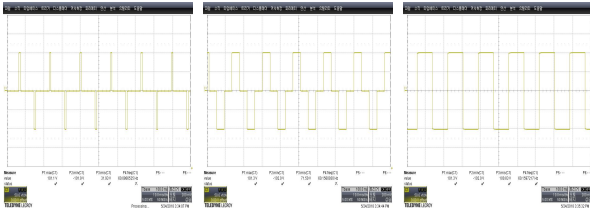
2.2 실험

인버터 출력전압의 듀티비를 조절하여 PDLC 필름에 인가되는 전압을 가변하였다. 전압가변의 따른 투과도 변화를 측정하였고 측정 장비 및 실험 조건은 표1과 같다.

표 1 듀티비 가변에 따른 PDLC 필름 투과도 실험조건
Table 1 Experimental conditions of PDLC film transmittance according to duty ratio

PDLC Film Size	210mm x 297mm (A4 size)
DC Link Voltage	100 [V]
Frequency	60 [Hz]
Duty Ratio	0 ~ 100[%], Variable by 10%
Measuring Device	KONICA MINOLTA 사의 SPECTROPHOTOMETER CM-3500d

2.2.1 실험 결과



(a) Duty ratio 10% (a) Duty ratio 50% (a) Duty ratio 100%
그림 4 인버터 출력 전압 파형

Fig. 4 Inverter output voltage waveform

그림 4와 같이 인버터 출력전압의 듀티비 0%에서부터 100%까지 10%씩 가변시켜 PDLC 필름의 투과도를 측정하였다. 측정된 결과는 그림5, 6과 표2와 같다.

표 2 듀티비 가변에 따른 PDLC 필름 투과도 : 표
Table 2 PDLC film transmittance according to duty ratio (1)

Duty Ratio [%]	Transmittance [%]
0	7.6
10	27.21
20	47.00
30	61.90
40	75.38
50	78.10
60	79.21
70	80.28
80	81.05
90	82.44
100	82.6

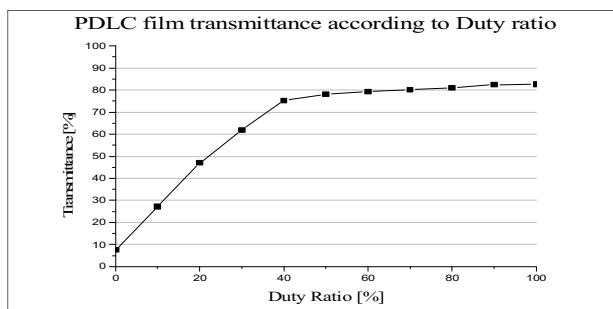


그림 5 듀티비 가변에 따른 필름 투과도 : 그래프
Fig. 5 PDLC film transmittance according to duty ratio (2)



(a) Duty ratio 0[%] (b) Duty ratio 20[%]



(c) Duty ratio 60[%] (d) Duty ratio 100[%]

그림 6 듀티비 가변에 따른 필름 투과도 : 필름
Fig. 6 PDLC film transmittance according to duty ratio (3)

PDLC 필름의 투과도 조절위해 인버터 출력전압의 듀티비를 조절하여 동작하는 것을 확인하였고 일정 듀티비 이상에서는 투과도가 증가하지 않고 수렴하는 것을 확인 할 수 있다.

표 3 기존 시스템과 제안된 시스템의 투과도 비교
Table 3 Comparison of transmittance

	Existing system	Proposed system
Experimental conditions	Sine wave 110Vrms, 60Hz	Squera wave Duty ratio 100%
Transmittance [%]	82.49	82.6

표3은 투과도를 비교하기 위한 실험조건을 나타낸다. 기존 시스템은 변압기를 사용하여 110 [Vrms], 60 [Hz]의 정현파 출력전압이며 제안된 시스템은 DC 링크 전압 100 [V], 듀티비 100 [%], 60 [Hz]의 구형파 출력전압을 비교하였다. 기존 시스템과 제안된 시스템은 유사한 투과도를 나타내 최대 투과도 측면에서 동일 성능을 내는 것을 확인하였다.

3. 결론

본 논문에서는 투과도 조절 기능이 포함 된 PDLC 필름 전원 공급 장치를 개발하였다. PDLC 필름은 인가되는 전압의 크기에 의해 투과도가 변화하기 때문에 인버터의 출력전압의 듀티비를 조절하여 투과도 조절 기능을 구현하였다. 이 기능을 이용하여 사용자가 원하는 수준의 투과도로 조절할 수 있다.

앞으로 PDLC는 다양한 분야에서 사용 가능 할 것으로 예상되어 PDLC의 저 전력 구동방식의 대한 연구가 필요할 것이다.

본 연구는 2017년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 에너지인력양성사업으로 지원받아 수행한 인력양성 성과입니다. (No.20174030201660)

참고 문헌

- [1] Bao-Gang Wu, John H. Erdmann and J. William Doane, "Response times and voltages for PDLC light shutters", *Liquid Crystals*, Vol.5, No.5, pp1453-1465, 1989.
- [2] Ray Hasegawa, Masanori Sakamoto, and Hideyuki Sasaki, "Dynamic Analysis of Polymer-Dispersed Liquid Crystal by Infrared Spectroscopy", *Applied Spectroscopy*, Vol.47, No.9, pp1386-1389, 1993.
- [3] S. J. Chang, W. J. Lai, C.M. Lin and Andy Y. G. Fuh, "Polymer dispersed liquid crystal display device for projection high definition television application", *Macromolecular Symposia*, Vol.84, pp159-166, 1994.
- [4] Masanobu Mizusaki, Tetsuya Miyashita, and Tatsuo Uchida, "Behavior of ion affecting image sticking on liquid crystal displays under application of direct current voltage", *Journal of Applied Physics*, Vol.108, 104903 (2010)