

태양전지를 이용한 LED 전광시스템

신승호, 이영진, 고강은, 최용현, 전대진, 조금배
조선대학교

LED Display System using Solar Cell

S.H Sin, Y.J Lee, G.E Ko, Y.H Choi, D.J Jeon, G.B Cho
Chosun University

Abstract - This research combines LED Display System with a module of solar cell which transforms solar energy to electrical energy. In order to simplify the installation and the movement of LED Display System, the system removed the conventional power distribution is developed, and that improves the advertising effect of LED Display System.

1. 서 론

LED 전광판을 이용하여 산업현장의 기계상태, 생산실적, 공지사항, 작업지시, 전달내용, 홍보 등을 실시간으로 전달할 수 있고 또한 다수의 인원에게 지속적으로 정보 전달을 필요로 하는 관공서, 기업체, 병원, 터미널, 학교, 체인점, 일반점포 등에서도 효과를 극대화하여 최대의 광고 효과를 얻을 수가 있다.^{[1][2]}

본 논문에서는 태양의 빛에너지를 전기에너지로 변환시키는 태양전지 모듈을 이용하여 전력배선이 필요 없는 전원과 LED 전광판을 하나의 세트로서 함으로서 설치 또는 이동이 용이한 독립형 시스템을 제안하여 LED 전광판의 광고효과를 극대화 하고자 한다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성

태양광발전시스템은 환경친화적 무공해 청정에너지라는 큰 장점과 에너지공급원이 불안정하다는 큰 단점을 가지고 있음으로 이러한 단점을 상쇄시킬 수 있는 배터리 시스템을 포함하고 있어야 한다. 태양전지에서 발전된 전력은 충전회로를 통해 배터리로 저장되고 방전회로를 통하여 부하인 LED 전광판으로 전력을 공급하게 된다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 태양전지를 이용한 LED 전광시스템의 구성도를 나타내고 있다.

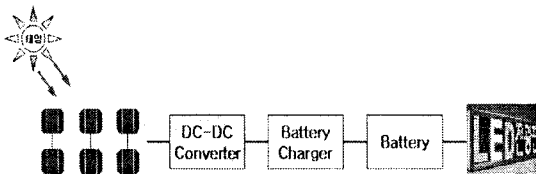


그림 1. LED 전광시스템의 구성도

태양전지 모듈은 55W를 사용하였고 표 1은 태양전지 모듈의 규격을 나타내고 있다.

표 1. 태양전지모듈 규격

항 목	세부 사항
최대출력(Pmax)	55W
단락전류(Isc)	3.45A
개방전압(Voc)	21.7V
최대출력전류(Ipmax)	3.15A
최대출력전압(Vpmax)	17.4V

배터리 선정은 반드시 부하 용량과 부일조일을 고려하여 배터리의 용량을 산정하여야 하며 독립형 PV 시스템에서 많이 사용되고 있는 세방전지의 ES 24-12 (12V, 24AH)를 선정하였다. 표 1은 선정된 배터리의 사양을 보여주고 있다.

표 2. 배터리 사양

TYPE	Voltage regulation	Initial current
Stand-by use	13.32V	No limit
Cyclic use	14.4V	6.0A max.

그림 2는 설계 제작한 태양전지를 이용한 LED 전광시스템 실물사진이다.

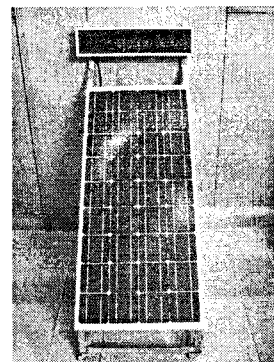


그림 2. 태양전지를 이용한 LED 전광시스템 사진

2.1.1 DC-DC 컨버터

DC-DC 컨버터는 임의의 직류전원을 부하가 요구하는 형태의 직류전원으로 변환시키는 전력변환기이다. 본 논문에서는 태양전지 모듈의 정격출력전압이 배터리 충전전압보다 높으므로 Buck 컨버터를 사용한다.

Buck 컨버터는 반도체 소자인 전력용 MOSFET 스위

치 S와 다이오드 D, 커패시터, 인덕터 등으로 구성되며 그림 2는 Buck 컨버터의 기본회로도다. 여기서 저항 R은 부하를 나타낸다. 스위치로 동작할 MOSFET S는 ON, OFF에 의해 출력 전압을 제어하는 기능을 하고, 다이오드 D는 입스위치가 OFF 상태일 때 출력측을 폐회로를 구성하는 기능을 한다. 커패시터와 인덕터는 출력 측의 리플 성분을 제거하는 LC 필터 역할을 한다. MOSFET 스위치 S가 주기 T, 시비율 D로 동작할 때 S의 동작에 따른 등가회로는 그림 3과 같다.^[3]

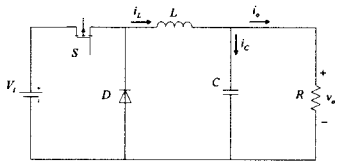


그림 3. Buck 컨버터 기본 회로도

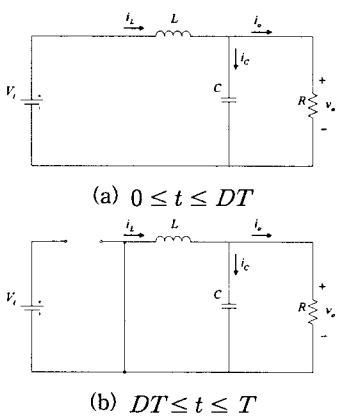


그림 4. Buck 컨버터의 등가회로

그림 3에서 (a)는 MOSFET 스위치 S가 ON ($0 \leq t \leq DT$)일 때 등가회로를 나타내고, (b)는 MOSFET 스위치 S가 OFF($DT \leq t \leq T$)일 때 등가회로를 나타낸다. 그림 4는 MOSFET 스위치 S가 주기 T, 듀티비 D로 스위칭 할 때 각 부의 전류, 전압 파형을 나타낸다.

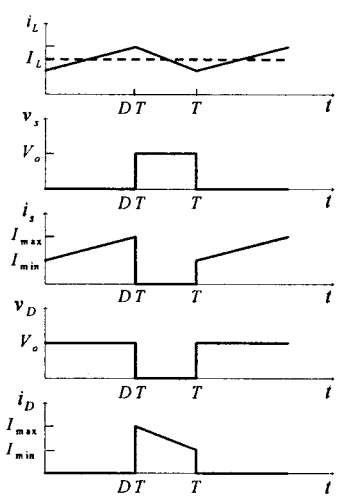


그림 5. Buck 컨버터의 각부 파형

코일은 용도에 따라 종류가 많다. 그중 스위칭 레귤레이터용 코일은 어모퍼스의 코어재료를 사용한 갭이 없는 토로이달 코어형을 사용한다. 출력단의 인덕터 L 값은 식 1과 같이 유도하여 산출할 수 있다.

$$L = \frac{V_o T}{I_{max} - I_{min}} \quad (1)$$

여기서 V_o 는 출력전압이고 T 는 스위칭 주기이며 $I_{max} - I_{min}$ 은 리플전류이다. 리플전류는 ΔI_o 로 표시하며 일반적으로 출력 전류 I_o 의 $\pm 15\%$ 정도로 한다. 스위칭 주기 T 가 크면 인덕터 L 값도 커지므로 주파수를 높여 주기를 작게 하여야 한다.

출력단의 커패시터 C 값은 식 2와 같이 유도하여 산출할 수 있다.

$$C = \frac{V_o(1-D)T^2}{8L\Delta v_o} \quad (2)$$

여기서 Δv_o 는 리플전압을 나타내며 커패시터 C를 크게 하여 리플전압 Δv_o 를 작게 하여야 한다. 또한 평활용 콘덴서는 콘덴서의 등가 직렬 저항 ESR의 영향으로 리플 전압이 나타나기 때문에 임피던스 값이 낮은 고주파 정류용을 사용하는 것이 좋다.

스위치의 선정에는 스위치가 OFF 상태일 때 양단에 걸리는 최대전압 V_{DSmax} 과 ON 상태일 때 흐르는 최대전류 I_{Dmax} , 그리고 전도손실을 최소화 하기 위한 $R_{DS(on)}$ 등이 고려되어야 한다. 그러나 실제 선정에 있어서는 서지전압 및 전류를 고려해서 주어진 값보다 높은 정격의 소자를 선정해야 한다.

환류 다이오드 역시 최대 정격전압과 전류가 고려되어야 하는데 이와 더불어 순방향 전도손실의 최소화, 우수한 역회복 특성을 만족할 만한 소자로 선택되어야 한다.

2.2 실험

배터리의 충방전제어는 과충전과 부족충전상태를 모니터링하고 이를 검출하여 제어함으로써 배터리 수명을 보장해 주는 매니징회로를 포함 한다. 방전회로에서는 부하인 LED 전광판의 전기적특성을 고려하여 전류나 전압을 피드백하여 비교기에 의해 기준전압과 비교하도록 하여 부하에 인가되는 전압이나 유입되는 전류를 일정하게 한다. 부하에 인가되는 전압이나 전류의 조절은 PWM 스위칭에 의해 이루어진다.

배터리의 충방전제어시스템을 구현하기 위하여 Buck 컨버터를 설계하였다. 그림 5는 배터리의 충방전 제어 회로도다. 신호 검출 및 증폭은 OP Amp를 통하여 마이크로프로세서의 AD 핀으로 입력되고 보상회로는 평균화 보상회로를 사용하였다. Buck 컨버터에서 주파수가 작으면 인덕터 L 값도 커지고 너무 크면 스위칭에서의 에너지소모가 높아지므로 PWM 주파수는 20kHz에서 50kHz로 설정하는 것이 일반적이며 본 논문에서는 40kHz로 한다.

그림 6은 설계된 충방전 제어기로 배터리를 충전시 출력 전류 및 전압을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 충전시 전류는 2A 정전류 방식으로 충전하며 약간의 리플이 존재하나 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단되며, 충전함에 따라 전압이 서서히 상승하여 13.3V가 되면 충전을 차단하게 된다.

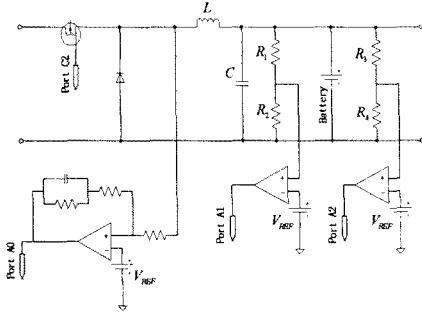


그림 6. 배터리 충전 회로도

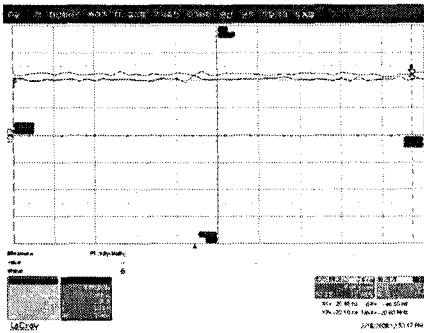


그림 7. 배터리 충전 전압 및 전류

3. 결 론

본 논문에서는 태양의 빛에너지를 전기에너지로 변환시키는 태양전지 모듈을 이용하여 전력배선이 필요 없는 전원과 LED 전광판을 하나의 세트로서 설치 또는 이동이 용이한 독립형 시스템을 구성하였다.

또한, 독립형 태양광발전시스템의 고장의 원인으로 되는 축전지의 충전제어기를 설계 적용하였다. 충전제어기는 Buck 컨버터로 하였다. 배터리는 정전류 방법으로 충전하며 배터리의 충전전압 이상으로 상승하면 충전을 차단하게 되며 방전시 배터리의 잔존용량은 전압측정법으로 측정하며 전체용량의 40% 이하로 되면 방전을 차단한다.

향후 온도 특성 및 보상회로, 그리고 LC 필터에 대한 한층 깊은 연구가 필요할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] James M. Gee, Jeffrey Y. Tsao, Jerry A. Simmons, "Prospects for LED Lighting," Proc. SPIE Vol. 187, 2004.
- [2] R. Peon, G. Doluweera, etc., "Solid state lighting for the developing world: the only solution," Proc. of SPIE, Vol. 5941, pp. 594101N 1-15, 2005.
- [3] Y. Zhou, N. Narendran, "Performance of PV-powered LED lighting systems for buildings," Forth International Conference on Solid State Lighting, Proc. of SPIE 5530, 2004.