

# 태양광을 이용한 LED가로등 시스템을 위한 효율적인 MPPT 충전제어 알고리즘

김변곤\* · 정동수\*

\*군산대학교 전자공학과

## A Efficient MPPT Control Algorithm for LED Street Lighting System using Photovoltaic Systems

Byun-gon Kim\* · Dong-su Jeong\*

\*Kunsan National University

E-mail : bgkim@kunsan.ac.kr

### ABSTRACT

Photovoltaic (PV) systems based on solar energy offer an environmentally friendly source of electricity. A key feature of such PV system is the efficiency of conversion at which the power converter stage can extract the energy from the PV arrays and deliver to the load. The Maximum power point tracking (MPPT) of the PV output for all sunshine conditions allows reduction of the cost installation and maximizes the power output from the PV panel. The proposed algorithm is to control the width of the pulse for battery charging based on the open voltage of the PV panel. As a lab results, the proposed system was implemented functions to adapt to the changes of the PV open voltage, and improved the charging efficiency.

### 키워드

MPPT, Solar cell, LED, Battery Charging

### I. 서론

태양광 LED가로등 시스템은 에너지를 생산하는 태양광, 에너지를 저장하는 배터리, 그리고 효율적으로 에너지를 사용하기 위한 LED 가로등으로 구성되어 있다. 태양광 시스템에서 생산되는 전력은 태양광 시스템의 전압과 전류의 곱으로 계산된다. 태양광 시스템은 부하의 동작 특성에 따라 에너지를 공급하기 때문에 부하의 특성에 맞게 태양광 시스템의 전압과 전류를 효율적으로 제어하지 않으면 시스템의 효율이 낮아지는 문제가 발생한다. 태양광의 오픈전압은 태양광의 주변의 온도 변화, 그림자, 구름 등의 날씨변화에 따라 변화하는 특성을 가지고 있다. 이러한 변화에 적응하여 MPPT 최적점을 추적하기 위하여 오픈전압에 따른 DB화 알고리즘을 제안하였다.

제안된 시스템에서는 주기적으로 태양광의 오픈전압을 측정하여 오픈전압에 따른 최적 제어점을 찾고 DB화한다. DB화 이후에는 오픈전압을 측정하여 DB에서 최적 제어점을 빠르게 검색하

고, 최적 제어점에 따라 MPPT 최적제어를 수행하게 된다. 제안한 알고리즘의 성능평가를 위해서 실제 시스템에서 데이터를 모니터링하여 제안된 알고리즘의 효율성을 평가한다.

### II. 제안된 MPPT 알고리즘

태양전지는 외부온도, 일조조건, 부하의 상태에 의해 최대전력이 변동하는 비선형 특성을 가지고 있기 때문에 항상 최대 전력점에서 동작하도록 하여야 한다.

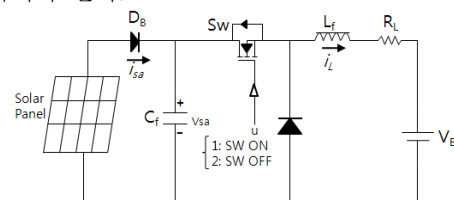


그림 1. MPPT 충전 회로

MPPT 충전제어의 핵심은 <그림 1>과 같은 회로에서 신호 u의 On/Off duty ratio를 PV의 최대전력점에서 동작하도록 제어하는 것이다. 신호 u의 제어는 dsp, avr, pic 등의 PWM 제어를 이용하여 구현된다. 태양광 발전 시스템에서는 MPPT 특성이 좋은 P&O법이나 IncCond법이 많이 적용되고 있으나, 저비용시스템을 구현하기 위하여 최소값에서 최대값까지 변화시키면서 최적값을 찾는 스캔방식을 사용하였다. 이러한 스캔을 주기적인 시간간격으로 하는데 스캔시간을 줄이고 최적제어를 수행하기 위하여 PV 오픈 전압에 따른 최적 PWM duty ratio를 DB화 하고 DB 테이블에서 최적점을 찾는 시스템을 제안하였다.

```

Function Find_PWM
openV = get_PVopenVoltage();
pwmRatio = Find_DB_PWMRatio(openV);
if (pwmRatio == null)
{
    pwmRatio = Scan_PWM()
    add_DBTable(openV, pwmRatio);
}
else
{
    set_PV_PWMRatio(pwmRatio);
    if (check_MPPT() == false)
    {
        pwmRatio = Scan_PWM()
        add_DBTable(openV, pwmRatio);
    }
}

Function check_MPPT
curPower = get_PVcurrent() * get_PVvoltage();
maxPower = Find_DB_MaxPower(openV);
diffPower = abs(maxPower - curPower);
if (diffPower < TH_gap) return true;
else return false;
    
```

그림 2. MPPT 충전제어 알고리즘

<그림 2>는 충전제어 알고리즘의 동작 방식에 기술한 것이다. 제안된 알고리즘의 핵심은 오픈 전압에 따른 최적점을 DB 테이블에 기록하고 기록한 값이 최적값인지를 확인(check\_MPPT) 하여 최적값이 맞으면 스캔을 생략하고 바로 적용하고 맞지 않으면 다시 스캔하여 최적값을 찾는다. 또한 DB Table의 데이터를 최신의 최적값으로 유지하기 위하여 테이블에 기록되는 시간이 일정시간을 경과하면 테이블 항목을 삭제하여 최근 값으로 갱신되도록 구현하였다.

### III. 시스템 모니터링

모니터링 시스템은 태양광용 LED 조명 시스템을 실시간으로 충전 전류, 충전 전압, 방전 전류 및 방전 전압, 낮과 밤의 인식시간, 배터리 상태 등의 정보를 주기적인 시간간격으로 수집하여 관리한다.



그림 3. 1일간 충방전 전류 모니터링

<그림 3>은 1일간 충방전 전류를 모니터링한 결과인데 PV 주변 온도나 그림자, 구름 등의 상황에 따라 최적점을 찾아 제어하고 있는 결과를 보여주고 있다.

### IV. 결론

본 논문에서는 PV open voltage에 변화에 기인한 최적제어점을 DB 테이블에 기록하여 PV open voltage 변화에 빠르게 대응하여 최적 제어가 가능한 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 PV open Voltage 변화에 빠르게 적용할 수 있는 장점이 있으나 open Voltage을 구하기 위하여 충전 스위치를 OFF해야 하므로 스위치 OFF 시간 동안 충전할 수 없는 단점이 있다. 이러한 단점을 개선하기 위한 연구는 추후 연구에서 보완하고자 한다.

### 참고문헌

- [1] Hannes Knopf "ANALYSIS, SIMULATION, AND EVALUATION OF MAXIMUM POWER POINT TRACKING(MPPT) METHODS FOR A SOLAR POWERED VEHICLE", MASTER OF SCIENCE IN ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING, Portland state university, 1999.
- [2] Jun Youn Ahn, Jong Hoo Park, B.H.Cho, K.J.Yoo, "Analog MPPT for connected single-phase system", KIPE conference, pp. 785-788, 2003.
- [3] Henry Shu-Hung Chung, K. K. Tse, S. Y. Ron Hui, C. M. Mok and M. T. Ho, "A Novel Maximum Power Point Tracking Technique for Solar Panels Using a SEPIC or Cuk Converter", IEEE Transaction on Power Electronics, Vol. 18, No. 3, 2003.