

산업체 실무에 기초한 태양광발전시스템 학부 교육 프로그램 개발

이경수

한국산업기술대학교 에너지·전기공학과

Development of Educational Program for PV System based on Industry Work

Kyungsoo Lee

Department of Energy and Electrical Engineering, Korea Polytechnic University

ABSTRACT

최근 국내 태양광산업은 보급량이 증가하고 있고, 정부 정책에서도 에너지신산업을 추진하는 등 시장 활성화에 노력하고 있다. 본교에서는 신재생에너지원 중 태양광발전시스템에 대해 건학이념인 실사구시에 입각한 학부 교육 프로그램을 개발 및 적용하고 있으며 본 논문에서는 이에 대한 내용을 소개한다.

산업체 실무에 기초한 태양광발전시스템 학부 교육 프로그램은 마이크로컨트롤러(MCU) 교육, DC DC 컨버터와 DC AC 인버터 등 전력변환장치 기반의 Solar Explorer Kit 교육, 태양광발전시스템 발전량 산출과 손실분석 등 성능평가를 위한 PVsyst 엔지니어링 교육 내용으로 구성된다.

특히, 전력변환장치로 구성된 Solar Explorer Kit 교육 프로그램은 DC DC 컨버터와 배터리(리튬 폴리머) 충전, 배터리(리튬 폴리머) 방전과 DC LED 부하 접속, 독립형 DC AC 인버터 출력과 AC 할로겐 램프 부하 접속, 계통연계형 DC AC 인버터 출력 실습 등에 대해 소개한다.

1. 서론

신재생에너지 산업은 전 세계적으로 성숙되어가고 있는 반면 국내·외 대학 교육 프로그램은 산업체 실무와는 갭이 있는 현실이다. 최근 외국 대학에서는 신재생에너지와 전력전자를 융합한 교육 프로그램이 소개되었다^[1].

국내 대학에서는 아직까지 태양광발전을 포함한 신재생에너지에 대한 체계적인 교육 프로그램이 부족한 현실이다. 또한, 실습 기자재 비용은 기능 및 성능을 같이 고려하면 고가인 경우가 많다. 위의 단점을 개선하고 학부 교육과 산업체 실무와의 갭을 줄이기 위하여 산업체 실무에 기초를 둔 학부 교육 프로그램을 개발하였다. 그림 1은 태양광발전시스템 학부 교육 프로그램 개요를 나타낸다.

교육 프로그램에서 학생들은 마이크로컨트롤러 기초 학습을 통해 기본적인 임베디드시스템의 개념과 칩을 다루는 방법을 습득하고, 이를 기초로 태양광발전시스템의 컨버터, 인버터 그리고 배터리와의 하이브리드 시스템 등 전력변환장치의 디지털 제어방법을 실습한다. 태양광발전시스템 엔지니어링 교과목에서는 기존에 학습한 이론을 토대로 태양광발전소 현장조사를 통해 연간 발전량 및 손실 분석을 진행하여 발전소 건전성 등을 평가한다.

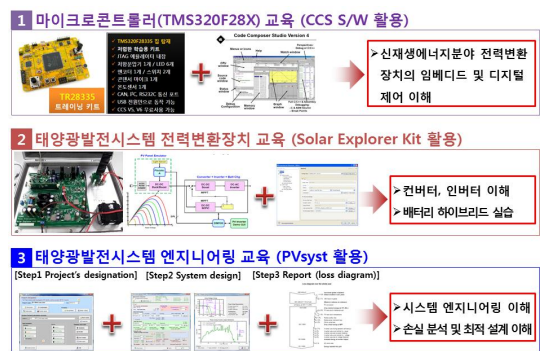


그림 1 태양광발전시스템 학부 교육 프로그램 개요
Fig. 1 Overview of bachelor degree educational program in photovoltaic system

본 논문에서는 태양광발전시스템 교육 프로그램 중 전력변환장치 교육에 대해 소개하고자 한다. 본 과정의 주요 내용은 태양전지 입력을 통해 DC DC 컨버터와 DC AC 인버터를 거쳐서 AC부하 접속, 태양전지 입력과 배터리 충·방전을 이용하여 DC부하 접속, 마지막으로 계통연계 기술로 나눌 수 있으며 이에 대한 내용을 관련 자료와 실험으로 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1 Solar Explorer Kit 개요

본 교과목은 '태양광발전시스템실습 2'라는 이름으로 3학년 1학기에 실습교과로 진행한다. 실습 기자재는 Solar Explorer Kit이며 태양전지 모의장치(I V 커브 생성), DC DC 부스트 컨버터(MPPT 기능 포함), DC DC SEPIC 컨버터(MPPT 기능 포함), DC AC 인버터, DC부하 및 AC부하로 구성된다. Solar Explorer Kit 개요는 그림 2와 같다.

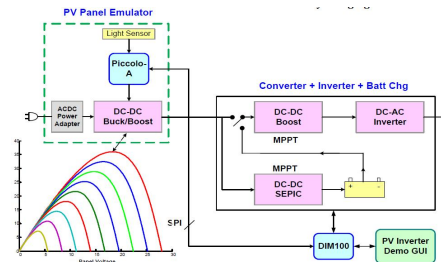


그림 2 Solar Explorer Kit 개요
Fig. 2 Overview of Solar Explorer Kit

Solar Explorer Kit에서 진행되는 실습 내용은 표 1과 같다.

표 1 Solar Explorer Kit을 이용한 실습 구성
Table 1 LAB contents using Solar Explorer Kit

LAB No.	Contents
LAB 1	Solar Explorer Kit 사용법 실습 ·Kit 사용법 및 컨트롤러 동작 실습
LAB 2	DC DC 부스트 컨버터 제어 실습 ·MPPT 제어 / 출력전압 제어
LAB 3	DC AC 인버터 제어 실습(독립형) ·출력전류 제어 / 입력전압 제어
LAB 4	PV/Battery 하이브리드 시스템 실습 ·DC DC SEPIC MPPT 제어(충전) ·DC DC 부스트 전류제어(방전)
LAB 5	DC AC 인버터 제어 실습(계통연계형) ·PLL, 출력전류 제어

2.1.2 LAB2 실습

LAB2 실습은 태양전지와 접속한 부스트 컨버터의 MPPT 제어를 확인하는 내용이다. 태양전지는 I V 비선형커브에서 일조강도에 따라 최대전력점이 결정되므로, 실습에서는 최초 일조강도 $0[W/m^2]$ 에서 $500[W/m^2]$ 으로 급변할 시의 MPPT 제어를 확인하였다. 그림 3은 부스트 컨버터의 MPPT 제어에 따른 태양전지 동작전압(CH1)과 동작전류(CH2)를 나타낸다.

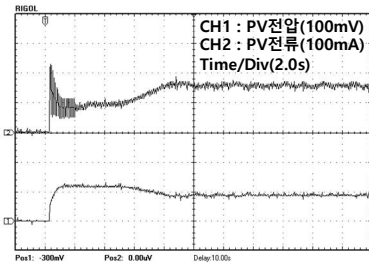


그림 3 일조강도 급변시 부스트 컨버터 MPPT 제어 결과 파형
Fig. 3 Waveforms of PV boost converter MPPT control

2.1.3 LAB3 실습

LAB3은 태양전지, 부스트 컨버터, 인버터 그리고 AC부하(할로겐 램프)를 접속한 독립형 시스템에 대한 실습이며, 그림 4와 같이 구성한다.

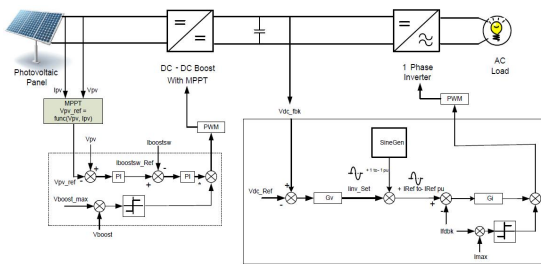
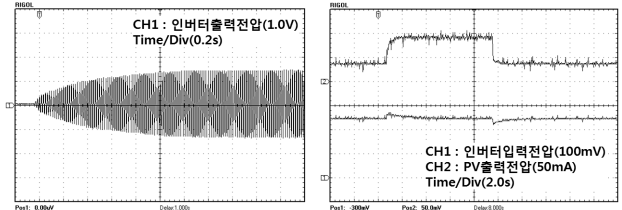


그림 4 독립형 태양광발전시스템 구성
Fig. 4 Stand-alone PV system configuration

LAB3에서 부스트 컨버터는 MPPT 제어와 전류제어를 수행하고, 인버터는 입력전압제어와 출력전류제어를 진행한다. 그림 5(a)는 일조강도 $0[W/m^2]$ 에서 $500[W/m^2]$ 으로 급변할 시의 인버터 출력전압 파형을 나타낸다. 그림 5(b)는 일조강도를 $200[W/m^2]$ 에서 $500[W/m^2]$ 으로 급변시킨 후, 다시 $200[W/m^2]$ 원래 값으로 돌아올 때 인버터입력전압(CH1)과 PV출력전압(CH2)를 나타낸다.



(a) 일조강도 급변 (b) 일조강도 변동

그림 5 인버터 출력전류제어 및 입력전압제어 파형

Fig. 5 Waveforms of inverter output current control and input voltage control

2.1.4 LAB4 실습

LAB4 실습은 PV/Battery 하이브리드 시스템을 구축하여 태양전지 출력을 배터리로 저장하고, 배터리로부터 방전하여 DC부하(LED램프)를 구동하는 실습이며, 그림 6과 같이 구성한다.

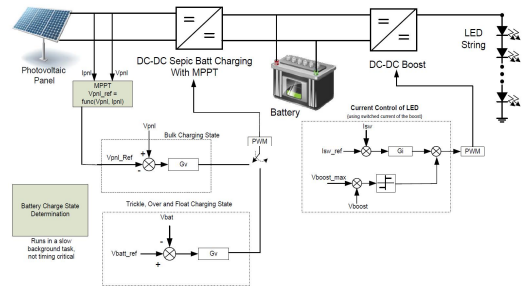


그림 6 PV/Battery 하이브리드 시스템 구성

Fig. 4 PV/Battery Hybrid system configuration

그림 7은 PV/Battery 하이브리드 시스템에서 충전시에 SEPIC 컨버터 PWM(CH2), 방전시에 Boost 컨버터 PWM(CH1)을 나타낸다.

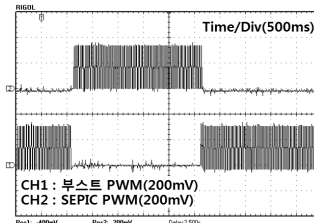


그림 7 부스트 컨버터 및 SEPIC 컨버터 PWM 동작 파형

Fig. 7 Waveforms of Boost and SEPIC converter switch PWM

3. 결론

본 논문은 산업체 실무에 기초한 태양광발전시스템의 학부 교육 프로그램을 소개하였다. 교육 내용은 크게 마이크로컨트롤러(MCU)를 통한 임베디드시스템의 이해, 전력변환장치의 이해 그리고 태양광발전시스템 엔지니어링에 대한 학습 순으로 학부 프로그램을 구축하였다.

이 논문은 2016년도 한국에너지공단의 연구비 지원(G10201605010004)에 의하여 연구되었음

참고 문헌

[1] D. S. Ochs, "Teaching Sustainable Energy and Power Electronics to Engineering Students in a Laboratory Environment Using Industry Standard Tools", IEEE Trans. on Education, Vol. 58, No. 3, pp. 173-178, August 2015.