

## Modelling of PV System and MPPT Control

송 호 빈\* · 백 동 현† · 조 문 태\*\*

(Ho-Bin Song · Dong-Hyun Baek · Moon-Taek Cho)

**Abstract** - In this paper, the simulation of solar system was used to facilitate PSPICE. Solar cells, Controller, MPPT system, DC-DC system modeling, and easy to use, made to the library. To prove the validity of the library for the temperature and space radiation were simulated and behavioral characteristics were identified. To prove the validity of the simulation, the hardware was constructed to the same conditions. Implemented using the hardware and the DSP controller for a real system, the results were confirmed by experiments.

**Key Words** : PSPICE, PV, MPPT, Modelling, Library

## 1. 서 론

석유나 석탄과 같은 기존 에너지의 양은 점진적으로 고갈되고 있다. 에너지 고갈의 문제는 전 세계 경제의 지속적인 성장과 발전을 위한 요구를 수용하기 위하여 재생에너지의 빠른 개발을 자극하고 있다. 모든 종류의 재생 에너지 중에서 태양광 발전 기술은 생산 소음, 공기오염, 온실가스 등이 없기 때문에 가장 뛰어난 재생 에너지 중의 하나이다.<sup>[1]</sup>

대부분의 연구에서 실험에 앞서 제안한 이론을 입증하기 위하여 시뮬레이션을 수행하는 단계가 필수적이다. 태양광 발전 시스템의 설계에 있어서도 시뮬레이션이 반드시 필요한 단계로 C-언어나 전기회로 전용 시뮬레이터인 PSPICE, PSIM, Matlab 등을 사용한다. 시뮬레이션을 C-언어로 수행하면 세부적이고 정밀한 시뮬레이션은 가능하나 일반적으로 사용하기에는 전문적인 지식이 필요하고, 시스템의 변경이나 추가 등에 따라 많은 수고가 따르게 된다. PSPICE는 사용하기는 편리하지만 세부적인 설정이나 새로운 소자 등의 파라미터 적용에 한계가 있다. 또한 PSPICE에서 태양전지의 시뮬레이션을 수행하기 위하여 대부분 범용 다이오드를 이용하여 시뮬레이션 하는데 개략적인 동작 특성은 나타나지만 세부 파라미터 값 등의 설정이 용이하지 않아서 온도 특성 등에 대해서 무시하고 진행하게 되어 실제 시스템의 구축에서 적지않은 시행착오를 가져오게 된다.<sup>[2][3]</sup>

본 논문에서는 범용적인 시뮬레이터인 PSPICE를 이용하여 태양전지와 제어기 등을 모델링하고 라이브러리화하였다. 모델링은 등가회로를 이용하여 구성하였으며 라이브러리화 함으로써 태양광 발전 시스템을 시뮬레이션 하는데 변

수 설정 등을 손쉽게 하여 사용하는데 편리하게 하였다. 이 라이브러리를 이용하여 태양광 시스템의 기본적인 설계문제나 크기, 해석 등을 해결하는데 사용할 수 있도록 하였다.

아울러 본 논문에서 구축한 라이브러리의 타당성을 입증하기 위하여 온도, 공간복사의 변화에 대해 시뮬레이션을 수행하여 동작특성을 확인하였다. 이와 연계하여 전체 시스템 구동을 위해 DC-DC 벡-부스트 시스템과 MPPT 시스템을 모델링하여 전체 태양광 발전 시스템의 구동특성을 시뮬레이션하고 라이브러리화 하였으며, 시스템 변수 등의 변화에 대해 손쉽게 가변하여 사용할 수 있도록 하였다. 또한 시뮬레이션의 타당성을 입증하기 위하여 동일한 조건하에 하드웨어를 구성하고, DSP를 이용한 제어기를 구현하여 실제 시스템에 대한 실험을 수행하고 결과를 확인 하였다.

## 2. 모델링

## 2.1 태양전지의 모델링

그림 1(a)에서 전류를 발생시키는 광자는 단락회로 전류( $I_{sc}$ )이며 태양전지의 출력으로 흐르고  $I = I_{sc}$ 이 된다. 그림 1(b)에서처럼 태양전지가 연결되지 않았을 때(개방회로) 전류를 발생시키는 광자는 고유의 p-n 접합 다이오드에 의해 내부적으로 단락이 되어 개방회로 전압( $V_{oc}$ )이 구해진다.

태양전지는 그림 2와 같이 실제적인 태양전지에서 저항

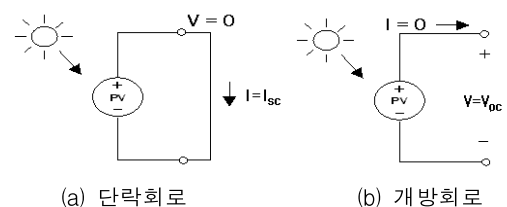


그림 1 태양전지모델의 단락회로와 개방회로  
Fig. 1 Short circuit & open circuit of solar cell model

\* 정 회 원 : (주)휴스컴 연구개발팀 팀장, 공박

† 교신저자: 사:이회원: 경원대학교 전기소방공학부 소방방재공학전공 교수·공박

E-mail: dhbaek@kyungwon.ac.kr

\*\* 정 회 원 : 대원대학 전기전자계열 부교수, 공박

접수일자 : 2010년 7월 6일

최종완료 : 2010년 11월 15일

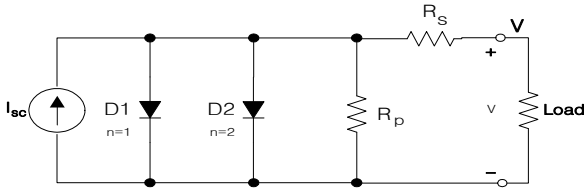


그림 2 태양전지 등가회로  
Fig. 2 Equivalent circuit of solar cell

손실인 직렬저항  $R_s$ , 병렬로 접속된 소자에서 저항을 통해 흐르는 미세 누설전류와 관련된 병렬저항  $R_p$ , 태양전지의 공핍영역에서 다이오드 재결합으로 인한 전류 통로인 다이오드  $D_1, D_2$ 로 모델링 할 수 있다. 또한, 태양전지로부터의 출력전류  $I$ 는 그림 2의 등가회로에 키르히호프의 전류법칙을 적용하면 식 (1)과 같이 구할 수 있다.

$$I = I_{sc} - I_{01} \left[ e^{\frac{V+I \cdot R_s}{kT}} - 1 \right] - I_{02} \left[ e^{\frac{V+I \cdot R_s}{2kT}} - 1 \right] - \left( \frac{V+I \cdot R_s}{R_p} \right) \quad (1)$$

다이오드  $D_1$ 과  $D_2$ 의 결합으로 식 (1)은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$I = I_{sc} - I_0 \left[ e^{\frac{V+I \cdot R_s}{nkT}} - 1 \right] - \left( \frac{V+I \cdot R_s}{R_p} \right) \quad (2)$$

여기서  $n$  : 상수조절인자

### 2.2 태양전지의 변수요인

태양전지를 사용하는데 있어서 기본 특성에 영향을 미치는 주요 요소들에는 shunt 저항, 재결합 다이오드 등이 있으며, 이들의 값에 의해 태양전지의 특성이 결정되게 된다. 그러므로 시뮬레이션을 할 경우 이와 관련된 값들을 정확하게 사용하여야 한다.<sup>[4]</sup> 더불어 일반적인 시뮬레이션에서 간과하기 쉬운 온도, 공간방사 등의 영향도 태양전지의 특성에 큰 영향을 미치므로 본 논문에서는 모델링한 태양전지를 이용하여 이 값들의 영향을 확인하기로 한다.

#### 2.2.1 온도의 영향

동작 온도는 태양전지의 전기적인 응답에서 많은 영향을 끼친다. 이러한 것들을 고려하면, 지구상에서는 온도를 60~65°C까지 예열하나, 우주나 인공위성에서는 이보다 높으므로, 전기적인 파라미터의 온도계수 모델링은 필수적이다.

태양전지에서 온도의 영향은 등가회로에 포함된 다이오드 모델의 파라미터에 지정되어 있다. 즉, 다이오드의 포화밀도 전류는 온도에 의해 좌우되고 식 (3)과 같이 쓸 수 있다.

$$J_0 = B T^{XTI} e^{\frac{E_g}{kT}} \quad (3)$$

여기서,  $B$  : 온도상수,  $XTI$  : PSPICE 파라미터

식 (3)은 임의의 온도를 이용하여 나타낸 식이고, 일반화된

기준 온도  $T_{nom}$ 을 이용하여 식 (4)와 같이 다시 쓸 수 있다.

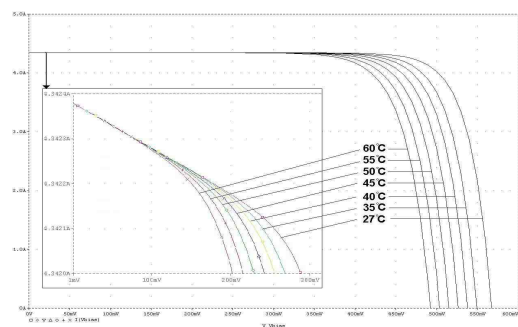
$$J_0(T_{nom}) = B T_{nom}^{XTI} e^{\frac{E_g(T_{nom})}{kT_{nom}}} \quad (4)$$

식 (3)을 식 (4)로 나누면, 임의 온도  $T$ 에서 반도체  $E_g$ 의 에너지 밴드갭의 값은 식 (5)가 된다.

$$E_g = E_{g0} - \frac{GAP1 \cdot T^2}{GAP2 + T} \quad (5)$$

여기서,  $E_{g0}$  : 반도체로 고려 시,  $T=0K$ 에서 추정된 에너지 밴드 갭의 값

그림 3은 27[°C]부터 5[°C]간격으로 7가지의 온도 변화 시 V-I 곡선의 시뮬레이션 과형이다.



( $T = 27, 35, 40, 45, 50, 55, 60$ [°C] 변화 시)

그림 3 온도 변화 시 V-I 곡선

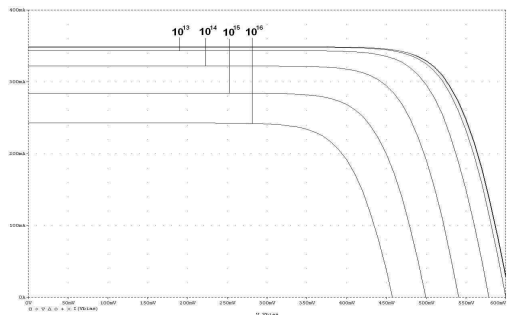
Fig. 3 V-I curve under temperature change

#### 2.2.2 공간방사의 영향

암전류 밀도의 증가로 이어지는 공간방사의 주된 영향은 반도체의 소수 캐리어에 대한 수명을 저하시키고 광전류의 생성을 감소시킨다. 이러한 영향은 태양전지의 최대전력을 감소시키는 요인이되나, 이것은 단락회로 전류와 개방회로 전압에 의해 주어지고 에너지 입자  $\phi$ 의 영향에 대한 최대 전력의 값과 관련된 실험식에 의해 설명된다.<sup>[5]</sup>

$$J_{sc}(\phi) = J_{sc}(BOL) - K_j \log \left( 1 + \frac{\phi}{\phi_j} \right) \quad (6)$$

$$V_{oc}(\phi) = V_{oc}(BOL) - K_v \log \left( 1 + \frac{\phi}{\phi_v} \right) \quad (7)$$



( $\phi = 10^3, 10^4, 10^5, 10^6$  변화 시)

그림 4 광자자속 변화 시 V-I 곡선

Fig. 4 V-I curve under the space radiation change

$$P_{\max}(\phi) = P_{\max}(\text{BOL}) - K_p \log\left(1 + \frac{\phi}{\phi_p}\right) \quad (8)$$

그림 4는 광자속  $\phi$  변화 시 시뮬레이션 파형이다.

### 2.3 DC-DC 벡-부스트 컨버터의 모델링

일반적으로, 전통적인 태양광 발전 시스템의 출력 전압은 자체 부하의 출력전압보다 적다. 그러므로 대부분의 태양광 발전 시스템에서 DC-DC 부스트 컨버터가 최대 출력점 추적에 사용된다.<sup>[6]</sup> 따라서 제안된 태양광 발전 시뮬레이션 시스템의 응용력을 확장하기 위하여, DC-DC 벡-부스트 컨버터가 태양광 발전 시스템 모델에서 최대 출력점 추적을 위해 사용되었다.

DC-DC 벡-부스트 컨버터는 전기적 스위치가 온-오프를 주기적으로 순환 동작을 하는 스위치 모드 변환기이다. 이 변환기의 출력 전압은 변환기의 입력 전압보다 크게 또는 적게 할 수 있다. 최대 출력점 추적 알고리즘을 갖는 DC-DC 벡-부스트 컨버터는 태양광 발전 시스템을 최대 출력점에서 동작할 수 있도록 태양전지 모듈의 출력전압을 조절할 수 있다.

그림 5는 DC-DC 벡-부스트 컨버터 회로이다. 여기서  $R_L$ 과  $R_C$ 는 각각 인덕터  $L$ 과 캐패시터  $C$ 의 기생저항이며, 컨버터 출력전압은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$V_o = \frac{R \cdot R_C}{R + R_C} i_L + \frac{R}{R + R_C} v_C \quad (9)$$

식 (9)에서 스위치 제어 변수  $u$ 를 첨가하여 다시 쓰면 인덕터  $L$ 의 전류  $i_L$ 과 캐패시터 전압  $v_C$ 는 다음과 같다.

$$\frac{dv_C}{dt} = \frac{1}{C(R + R_C)} (Ri_L - R_L u - v_C) \quad (10)$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{1}{L} \left\{ V_i u + \frac{1}{R + R_C} \left[ RR_C i_L u - (RR_L + R_C R_L) i_L - RR_C v_C + R v_C u \right] \right\} \quad (11)$$

DC-DC 벡-부스트 컨버터가 정상상태에서 동작할 때, 한 주기 동안 인덕터 전류의 변화는 0으로 다음과 같다.

$$(\Delta i_L)_{on} + (\Delta i_L)_{off} = 0 \quad (12)$$

$$\frac{V_{in} D T}{L} + \frac{(-V_o)(1-D)T}{L} = 0 \quad (13)$$

컨버터의 출력전압은 위 식으로부터

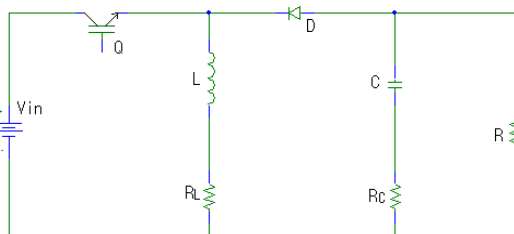


그림 5 DC-DC 벡-부스트 컨버터 주회로  
Fig. 5 Main circuit of buk-boost converter

$$V_o = \frac{D}{1-D} V_{in} \quad (14)$$

여기서,  $D$ 는 시비율로  $D = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} = \frac{t_{on}}{T}$ ;  $0 < D < 1$

위 식에서  $V_{in}$ 과  $V_o$ 은 각각 컨버터의 입력과 출력전압의 크기이며 출력전압  $V_o$ 는 입력전압  $V_{in}$ 과 반대 극성을 나타낸다. 벡-부스트 컨버터 출력전압의 크기는 스위치의 시비율에 따라 전원전압보다 크거나 적을 수 있다. 만약  $D > 0.5$ 이면, 출력전압은 입력전압보다 많고,  $D < 0.5$ 이면 입력전압보다 적다.

이 논문에서 사용된 DC-DC 벡-부스트 컨버터의 동작은 전류 연속모드에서 동작하며, 연속전류를 생성하기위하여 최소 인덕턴스와 캐패시턴스는 식 (15) 및 (16)과 같이 하였다.

$$L_{\min} = \frac{(1-D)^2 R}{2f} \quad (15)$$

$$C_{\min} = \frac{D}{Df(\Delta V_o/V_o)} \quad (16)$$

여기서,  $\Delta V_o/V_o$ 는 출력전압 리플이다.

시뮬레이션을 위해 선택된 변수는 표 1과 같다. 인덕턴스와 캐패시턴스 값은 식 (15)과 (16)에 나타난 식을 이용하여 도출하였고, 스위칭 소자인 IGBT의 스위칭 동작을 고려하여 20[kHz]로 설정하였다. 전압의 승압과 강압에 대한 컨버터의 시뮬레이션 결과는 그림 6에 나타내었다. "param" 라이브러리를 이용하여 승압과 강압시의 파형을 동시에 시뮬레이션 한 결과로 그림에서와 같이 입력전압 40[V]를 인가하였을 경우 승압과 강압 동작이 양호하게 동작하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 한 번의 클릭으로 손쉽게 시비율을 조정하여 승·강압을 변형할 수 있도록 구성하였다.

표 1 DC-DC 벡-부스트 컨버터의 변수

Table 1 variable of buk-boost converter

변수	값
입력전압( $V_{in}$ )	40.0[V]
부하저항(R)	50[Ω]
인덕턴스(L)	0.16[mH]
캐패시턴스(C)	48[μF]
스위칭 주파수(f)	20[kHz]

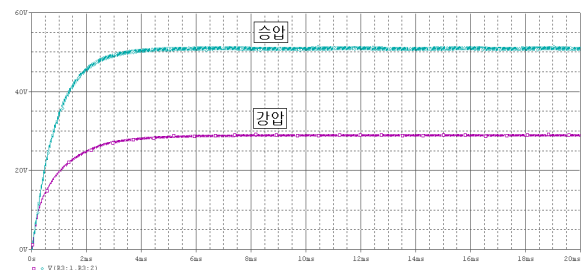


그림 6 DC-DC 벡-부스트 컨버터의 출력전압 파형  
Fig. 6 Output wave of buk-boost converter

2.4 최대 출력점 모델링 및 제어

태양전지의 출력전력은 전지에 걸리는 전압과 전류의 곱이다. 일반적으로 부하를 통한 전력은 +부호, 태양전지에 의해 소비된 전력은 -부호로 간주한다. 어떤 특성점에서의 전력은 식 (17)과 같이 쓸 수 있다.

$$P = V \times I = V [I_L - I_0 (e^{\frac{qV}{kT}} - 1)] \quad (17)$$

여기서  $I_L$ : 광전류

단락회로에서는 전압이 0이고, 개방회로에서는 전류가 0 이므로 전력은 0이다. 양의 전력은 이러한 2개상태 사이의 태양전지에 의해 발생되며, 태양전지의 어느 점에서  $V = V_m$ ,  $I = I_m$ 인 최대 전력점(MPP)이 나타난다.  $V_m$ 과  $I_m$  사이의 관계는 전력이 0이 되는 최대 전력점으로부터 식 (18)과 같이 유도할 수 있다.<sup>[5][6]</sup>

$$\frac{dP}{dV} = 0 = I_L - I_0 (e^{\frac{V_m}{kT}} - 1) - \frac{V_m}{V_T} I_0 e^{\frac{V_m}{kT}} \quad (18)$$

MPP에서,  $V_m$ 과  $I_m$ 은 다음과 같다.

$$I_m = I_L - I_0 (e^{\frac{V_m}{kT}} - 1) \quad (19)$$

$$V_m = V_{oc} - V_T \ln (1 + \frac{V_m}{V_T}) \quad (20)$$

그림 7은 일사량 변화 시 태양전지의 전력파형이다.

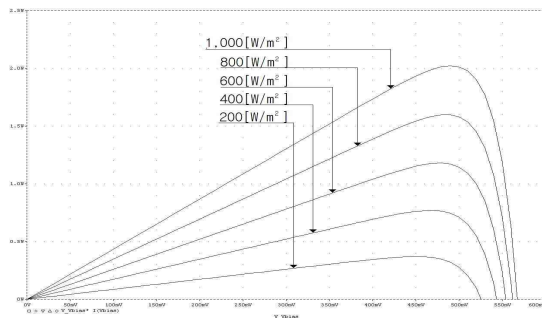


그림 7 일사량의 변화 시 태양전지의 전력파형  
Fig. 7 Power curve of solar cell under the irradiance change

항상 최대 출력을 갖게하기 위하여 최대 출력점 제어 (MPPT)를 사용한다. 모델링의 타당성을 입증하기 위하여 이 논문에서 사용한 방법은 이전의 여러 가지 최대 출력점 제어 방법 중에서 비교적 간단하고 동작 특성이 좋은 개선된 P&O MPPT 방법을 사용하였다. 그림 8은 이 때 실행한 알고리즘의 순서도를 나타낸다.<sup>[7]</sup>

이 제어법은 태양전지 어레이의 출력전력이 최대값에 도달할 때까지 태양전지 출력전압의 레퍼런스를 동일한 방향으로 증가 또는 감소시키며 최대 전력값을 갱신한다. 태양전지 어레이의 출력전력이 최대 전력값에 도달하여 현재 출력전력이 최대 전력값 보다 작아질 경우, 출력전압의 레퍼런스를 반전시킬 최소한의 전력값 보다 작은지를 판단하여 작을

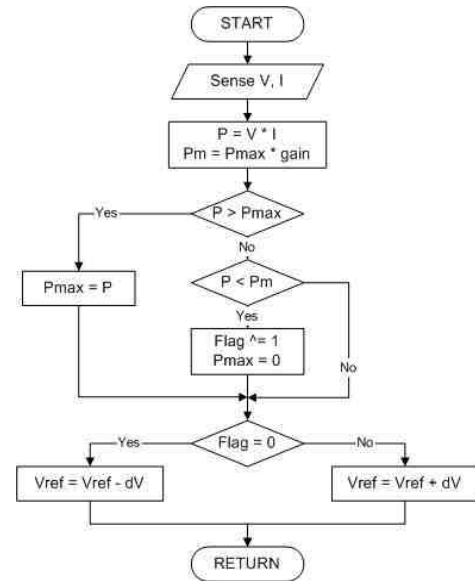


그림 8 MPPT 알고리즘의 순서도  
Fig. 8 flow-chart of MPPT algorithm

경우 레퍼런스를 반전하고 작지 않을 경우 반전하지 않고 통과한다. 이와 같이 반전을 일으키는 최소한의 전력값을 비교하는 이유는 검출값의 오차나 노이즈 등에 영향을 받아 출력이 진동하는 것을 막기 위해서이다. 이 알고리즘의 동작은 기존의 논문에서 입증되었듯이 안정적이며 간단하여 저사양의 프로세서로도 구현이 가능한 장점이 있다. MPPT를 PSPICE로 구현하기 위하여 그림에 나타낸 알고리즘을 기준으로 모델링하여 하나의 MPPT 모듈로 만들어서 주회로의 시뮬레이션에 적용하기 간편하게 하였다.

그림 9는 모델링한 태양광 발전 시스템에 DC-DC 벅-부스트 컨버터를 부가하고 일사량과 온도가 각각 1,000[W/m²], 온도 25[°C]일 경우에 시뮬레이션 한 결과파형으로 MPPT 제어를 부가한 경우와 없는 경우를 비교하여 시뮬레이션 하였다. 그림에서 보는바와 같이 MPPT 제어를 부가함으로써 같은 조건에서 약 27[%] 이상의 큰 출력을 얻을 수 있었다.

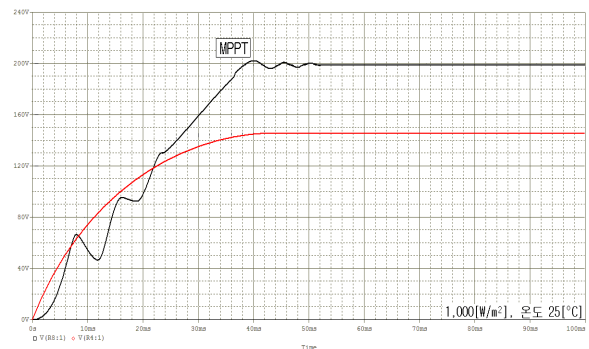


그림 9 MPPT의 유무에 따른 시스템의 출력파형  
Fig. 9 Output wave of system(MPPT and normal)

2.5 전체 시뮬레이션 구성

그림 10은 본 논문에서 모델링한 전체 시스템의 시뮬레이션 회로를 나타내고, 각 모듈의 세부 기능은 표 2에 나타낸다.

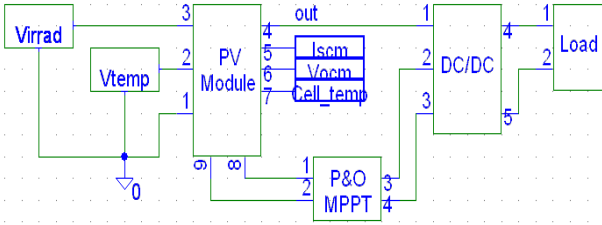


그림 10 전체 시뮬레이션 회로  
Fig. 10 Simulation circuit

표 2 시뮬레이션 모듈의 기능  
Table 2 Features of simulation module

모듈	기능
Virrad	광량 변화량 값
Vtemp	온도 변화량 값
PV module	태양전지 모듈
P&O MPPT	MPPT 제어기
DC/DC	DC-DC 벡-부스트 컨버터
Load	부하(R-L 직렬)

“Virrad”와 “Vtemp” 모듈은 자연환경 변수를 입력할 수 있는 모듈로 각각 광량과 온도의 변화량을 입력할 수 있도록 구성하고, 경우에 따라 일정 값 또는 하루나 월단위의 변화량을 입력할 수 있도록 하였다. “PV module”은 2.1절의 등가회로를 기본으로 구성하였으며, 모듈의 클럭으로 단락전류, 개방전압, 모듈의 수, 각종 계수 등을 제품의 규격에 맞게 입력할 수 있도록 하였다. “P&O MPPT” 모듈은 태양전지 모듈로부터 입력을 받아 각 시점의 최대 출력점을 DC/DC 컨버터 쪽으로 전달해 주는 역할을 한다. “DC/DC” 모듈은 2.3절의 벡-부스트 컨버터를 모델링 한 것으로 시비율, L, C 값을 입력할 수 있도록 하였으며, “Load” 모듈은 부하로써 R, L을 가변하여 사용할 수 있도록 구성하였다.

이와 같이 태양광 발전 시스템의 기본 구성 요소들을 모델링하여 라이브러리로 만듦으로써 PSPICE에서 제공하는 기본 라이브러리와 같이 손쉽게 시스템 구성에 적용 할 수 있도록 한 결과, 실제 시스템과 유사하면서도 정확한 동작 특성을 얻을 수 있었다.

### 3. 실험

PSPICE를 이용하여 모델링하고 시뮬레이션을 수행한 결과의 타당성을 입증하기 위하여 동일한 시스템을 실제 제작하여 실험하였다. 실험 장치의 전체 구성에 대한 블록도는 그림 11에 나타내었다.

출력전압 조절을 위해 시뮬레이션에서와 동일한 값을 갖는 DC-DC 벡-부스트 컨버터를 제작하였고, 전체 시스템 제어를 위해 사용되는 제어기는 TMS칩을 이용하여 C-언어로 구현하였다. 제어기 내부는 크게 전압과 전류 검출을 위한 A/D 변환기, 최대 출력점 제어를 위한 MPPT 알고리즘 구현기, 컨버터의 제어 신호 발생을 위한 PWM 신호 발생기로 구성되어 있다. MPPT 알고리즘은 그림 8의 개선된 P&O MPPT를 이용하였으며 그림 12는 실제 제작한 제어기이다.

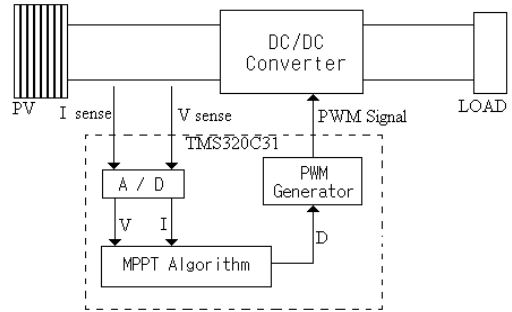
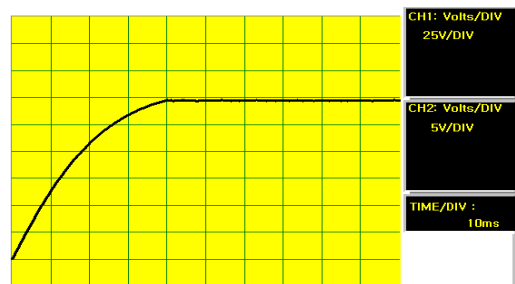


그림 11 전체 시스템 블록도  
Fig. 11 Block diagram of main system



그림 12 실제 제어기  
Fig. 12 Real controller

그림 13은 실제 제어기를 구동하여 나타난 출력 파형이다. PV시스템의 출력은 다양한 데이터 처리 및 저장을 위해 LabView를 이용하여 PC 상에 구현한 오실로스코프 파형이다. 그림에서 보는바와 같이 그림 9의 시뮬레이션 결과와 같이



(a) MPPT 없는 경우의 출력



(b) MPPT 부가한 경우의 출력

그림 13 PV 시스템의 실험파형  
Fig. 13 wave of PV system (Volt/DIV : 25[V], Time/DIV : 10[ms])

약 50[ms]정도의 과도시간 후에 정상적인 최대 출력을 나타내는 양호한 실험 결과를 얻을 수 있었다. 이로써 앞서의 시뮬레이션이 정확하게 수행된 것을 확인할 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안한 PSPICE 라이브러리를 이용한 시뮬레이션을 새로운 시스템 개발 및 성능 평가에 사용할 수 있을 뿐만 아니라 신뢰성을 높일 수 있다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 실제 PV 시스템의 제작에 앞서 쉽게 시뮬레이션을 수행할 수 있도록 모델링하였다. 시뮬레이션 틀은 직관적인 전기회로 시뮬레이션이 가능한 PSPICE를 이용하였다. 모델링한 라이브러리를 이용하여 태양전지의 사용에서 간과하기 쉬운 온도와 공간방사의 영향에 대해서도 시뮬레이션을 수행하였다. 이와 더불어 태양광 발전 시스템의 완전한 동작을 위해 DC-DC 벡-부스트 컨버터와 MPPT 제어 시스템에 대한 완전한 동작 시스템에 대해 모델링하고 시뮬레이션을 수행하여 양호한 동작을 확인할 수 있었다. 또한 시뮬레이션의 동작을 입증하기 위하여 시뮬레이션에서와 동일한 조건의 실제 시스템을 구성하여 실험을 수행하였으며 실험의 결과와 시뮬레이션의 결과가 동일한 동작을 수행하는 것을 확인할 수 있었다. 이로써 본 논문에서 수행한 모델링이 정확하게 이루어 졌음을 확인할 수 있었음은 물론 이를 이용하면 기본적인 태양광 발전 시스템의 시뮬레이션을 수월하게 수행할 수 있으며 나아가 새로운 제어기법 등의 연구에 쉽게 적용할 수 있을 것이다.

#### 감사의 글

본 연구는 2010년도 경원대학교의 학술연구비 지원에 의한 결과입니다.

#### 참 고 문 헌

[1] Y.Yusof, S.Sayuti, M.Latif, and M.Wanik, "Modeling and Simulation of maximum power tracker for photovoltaic system.", in Proceedings of Power and Energy Conference, Nov. 2004, pp.88-93

[2] Kyritsis, A.Ch., Tatakis, E.C., Papanikolaou, N.P., "Optimum Design of the Current-Source Flyback Inverter for Decentralized Grid-Connected Photovoltaic Systems", Energy Conversion, IEEE Transactions on Volume 23, pp.281 - 293, 2008.

[3] M.H.Rashid, "Power Electronics Circuits:Devices and Applications, 3rd edition", Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2004

[4] 백동현, 송호민, "비상발전용 전원으로 사용하기 위한 태양전지의 PSPICE 모델링", 한국화재소방학회 논문지, pp.52~57, Vol.24, No.2, 2010

[5] Sahlstrom, Theodore D., Hausgen, Paul E., Guerrero, Jim, Howard, Alex D., Snyder, Neil A., "Ultraviolet degradation testing of space protective coatings for

photovoltaic cells", Photovoltaic Specialists Conference, 2008. PVSC '08. 33rd IEEE, pp.1-5, 2008

[6] D.W.Hart, "Introduction to Power Electronics", Upper Saddle River, NJ:Prentice-Hall, 1997

[7] Fangrui Liu, Shanxu Duan, Fei Liu, Bangyin Liu, Yong Kang, "A Variable Step Size INC MPPT Method for PV Systems", Industrial Electronics, IEEE Transactions on Volume 55, pp.2622 - 2628, 2008.

### 저 자 소 개



#### 송 호 빈 (宋 豪 彬)

1996년 2월 명지대학교 전기공학과 졸업. 1998년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2004년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1998년-현재 대원대학 겸임교수. 2007년-현재 (주)휴스컴 연구개발팀 팀장

Tel : 010-3172-0614

e-mail : songhobin@paran.com



#### 백 동 현 (白 東 鉉)

1979년 2월 명지대학교 전기공학과 졸업. 1981년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1997년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(박사).1994년 6월~2002년 6월 전국대학 소방학과 교수협의회 회장. 2010년 11월 현재 한국소방산업기술원 이사, 대한전기학회 전기설비부분회 감사, 경원대학교 전기소방공학부 소방방재공학전공 정교수

Tel : 031-750-5712

e-mail : dhbaek@kyungwon.ac.kr



#### 조 문 택 (曹 文 澤)

1988년 2월 명지대학교 전기공학과 졸업. 1990년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1998년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 2010년 11월 현재 대원대학 전기전자계열 부교수

Tel : 043-649-3213

e-mail : mtcho@mail.daewon.ac.kr