태양광 발전 씨스템의 최대출력 제어특성

정연택*, 한경희*, 강승욱**, 이승환***, 한나동*, 김영엽*
*명지대학교 **현대중전기연구소 ***충남전문대학

The maximum power control characteristics of solar cell array power generation system

Y.T.CHUNG, K.H.HAN, S.W.KANG, S.H.LEE, N.D.HAN, Y.Y.KIM
* MYOUNGJI UNIVERSITY, ** HYUNDAI E.E.C.R &D CENTER
*** CHUNGNAM JUNIOR COLLEGE

ABSTRACT

A solar cell should be operated at the maximum output point on the I-V characteristic curve with constant current and constant voltage in order that the solar energy be fully utilized.

According to, in this paper, we describes a controller which can track the maximum power point of a solar arry using current and voltage ripple variation of step up chopper system. The control circuit is desinged such that actual current and voltage are sensed directly from the solar cell array. These two signal are then holded sampling and multiplies by a single chip multiplier.

1. 서 론

태양광발전시스템은 천연자원의 한계성에따른 미래의 대체에너지 공급원으로서 주목 받고 있고, 연구개발이 국내외적으로 적극적으로 행해지고 있다. 그 하나로 에너지변환소자로서의 태양전지 구조기술 및 변환효율 향상에 따른 태양전지 모듈을 이용한 전력공급시스템 기술이 개발되므로 가정용으로부터 대규모의 발전에 이르기까지 폭넓은 응용이 기대된다. 그러나 태양전지의 출력특성은 일사량, 온도등에 크게 변동하므로서 효율이 양호한 태양전지를 끌어내기 위해서는 최대출력 제어가 필요하다.[1][2][3]

최대출력 제어방법으로서는 태양전지의 출력이 최대가되는 동작점을 태양전지의 출력전력의 검출에의해 구하는 방법이 일반적으로 이용되고있다. 그러나 초퍼시스템을 이용하는 경우에는 전류, 전압이 맥동하게 된다.[1][4][5] 따라서 본논문에서는 시스템의 출력전압을 승압하기위한 체승초퍼를 이용하여 일사량 변화에따른 전력의 맥동편차가 제로가 되는 점을 추적하므로서 항상 최대출력 특성을 갖는 제어기를 구성하였다.

2. 시스템의 구성

2-1 태양전지

태양전지의 간략화한 전류, 전압 특성을 식(1)과 같이 표시하고 등가회로는 그림1과 같이 나타낸다.[4]

$$I_s = I_{sc}\{1 - e^{K(V_s/V_{oc} - 1)}\} \quad \text{(1)}$$

여기에서 I_{sc} : 단락전류, V_{oc} : 개방전압, K : 곡선상수

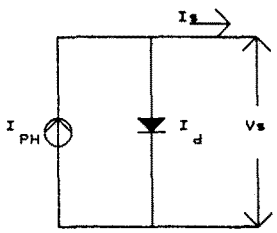


그림 1 태양전지의 등가회로

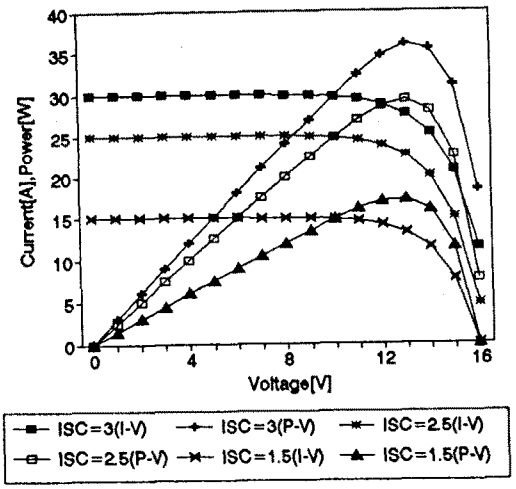


그림 2 태양전지의 특성곡선

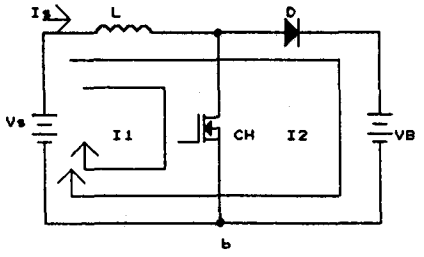
그림2는 본논문에서 사용한 태양전지 모듈의 전류,전압(I-V)특성과 전력,전압(P-V)특성을 표시한다.

그림2에서 알수있듯이 최대출력점은 일사량의 변화에따라 비례적으로 변화하고 전압은 약간변동한다.

따라서 태양전지를 효율적으로 이용하기 위해서는 최대출력점 근처에서 동작해야한다.

2-2 체승초퍼회로

체승초퍼회로를 이용하여 축전지에 충전하는 방식의 주회로및 동작파형을 그림 3에 표시한다.



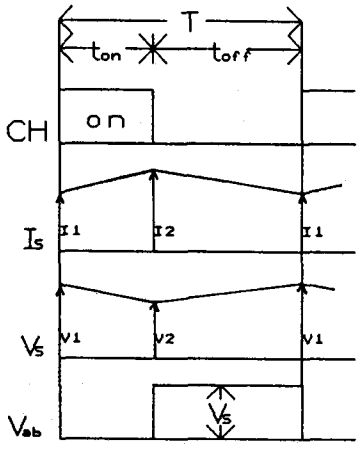


그림 3 체승초퍼회로및 각부동작파형

여기에서 Vs는 태양전지 전압, L은 평활용 리액터, CH는 초프부, D는 환류용 다이오드, Vb는 축전지 전압이다.

그림 3의 주회로에서 CH에 온 신호를 가하면 I_1의 경로로 L에 에너지가 축적되고 CH에 오프 신호를 가하면 L에 축적된 에너지와 태양전지의 전압 Vs가 직렬로 연결되어 I_2의 경로로서 축전지 V_B에 전력이 공급된다.

MOS FET, 다이오드를 이상적인 소자라 할때 초프부의 온, 오프 모드에 따른 태양전지 전압 Vs와 축전지 전압 V_B와의 관계를 구하면 다음과 같다.

$$V_S \cdot ton = (V_B - V_S) toff \qquad (2)$$

$$V_B = ((ton + toff)/toff) V_S = (T/toff) V_S \qquad (3)$$

여기에서 T는 동작주기, ton은 통전주기, T=ton +toff, ton/T = α는 시비율이다.

따라서 식(3)으로 부터 다음과 같이정리된다

$$\frac{V_B}{V_S} = \frac{1}{1-\alpha}$$

$$\frac{I_S}{I_2} = 1-\alpha \qquad (4)$$

식(4)에서 알수 있듯이 V_B는 Vs 보다 크고 I_2는 Is 보다 적다. 또한 부하를 축전지로 사용하는 경우 부하가 거의 변동이 없으므로 입력전압이 변동하며 맥동을 갖게된다. 그러므로, 태양전지가 맥동하는 전압 전류를 이용하여 항상 최대출력특성을 갖도록 시비율 α를 제어한다.

3. 최대출력 제어회로

태양전지에서 항상최대 전력을 얻어내는 것을 목적으로 체승초퍼 시스템을 이용할때, 태양전지에서 축전지로 충전하는 특성을 고찰한다. 이 방법에 대해서 체승초퍼를 대상으로 하여 태양전지에서 최대출력을 얻기 위한 초프부의 시비율α 의 조건을 검토하였다.

그림 4는 Vs < V_B로, 체승초퍼를 이용하여 태양전지의 전압을 승압하여 충전지로 충전하는 방식을 보였다.

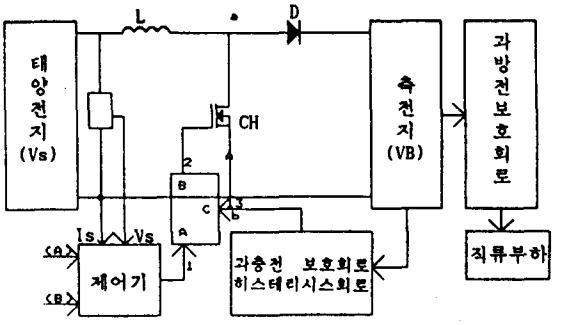


그림 4 체승초퍼를 이용한 태양전지에서 축전지로의 충전방식

체승초퍼는 원리적으로 입력전류Is가 연속하므로 태양전지에서 연속적으로 전류를 얻어낼수가있어, 강압초퍼와는 달리 태양전지와 병렬로 콘덴서를 연결하지 않아도 최대동작점에서 동작하는것이가능하다. 태양전지의 최대출력점에서 동작하는 시비율α에 관한 블럭다이어그램을 그림 5에 나타낸다.

태양전지의 출력 전류, 전압을 검출하면 각각의검출값은 서로반대로 맥동을하게된다.

이 맥동하는 값을 그림 6와 같은 샘플링 회로를 이용하여 홀딩하므로 일사량변화에 대해서도 최대출력점에서 동작하도록 하였다.

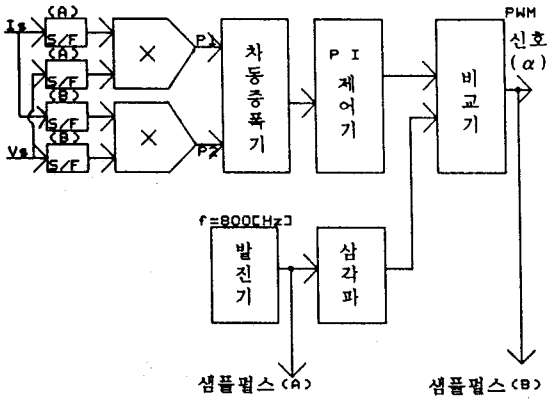


그림 5 제어기 블럭다이어그램

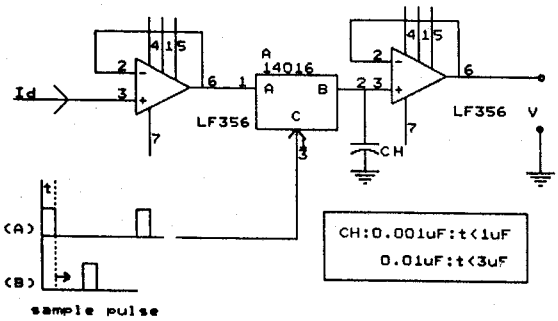


그림 6 샘플링홀더

먼저 그림 6에서 초프부가 턴온하는 최초의시점 (A)에서 샘플펄스를 가하여 전압,전류의값 홀딩하고 그값을 서로곱하여 전력 P_1으로 나타내고 턴오프하는 시점 (B)에서 샘플펄스를 발생하여 전압,전류를 홀딩하여 그 값을 서로곱하여 전력 P_2로 나타내면 처음상태에서는 P_1과 P_2가 서로 다른 시점에서 동작한다.따라서 두전력 P_1과 P_2가 같게 되기위해서는 맥동하는 전압과 전류가 서로 반대로 증가 또는 감소하는 특성을 이용하여 초프부의 온,오프시점을 변경하면 샘플펄스의 (B)점의 위치가 변하므로서 P_1과 P_2가 변화되어 같게되는 시점 P_1-P_2=0에서 시비율 α 값을 결정한다.또한 P_1과 P_2가 같게되는 시점의 범위는 어떤일사량에 대해서 P_1=P_2가 되는 시점을맞추어 놓으면 항상 최대출력점에서 동작한다.그림 7은 태양전지 모듈의 전압,전류특성을 나타낸것처럼 매우 비선형 특성을 갖지만 그림에서처럼 3가지영역으로 나누어 생각할수 있으므로 3가지 영역중 최대동작영역의 범위내에서 변화한다.

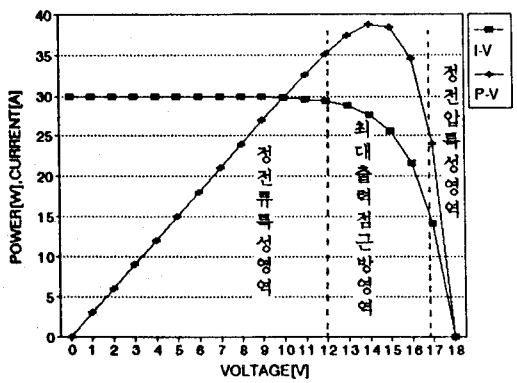
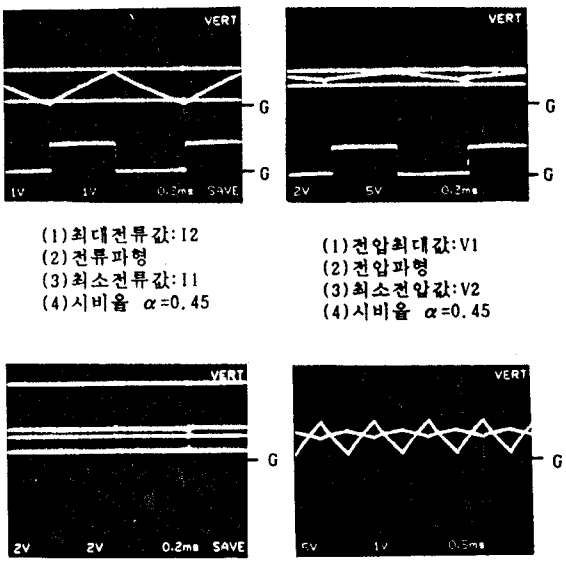


그림 7 태양전지의 동작영역

4.실험결과

본 실험에 사용된 태양전지는 시멘스 45(W)*2,Hall senser는 20A/4V,L=10mH,를 사용하였고 동작주파수 f=800(Hz)로 행하였으며 측전지 보호를위한 과충방전보호회로를 부가하였다.
이상과 같이 실험을 행한결과 일사량 변화에따라 비교적 양호한 전력을 얻었으며 사진 1은 일사량이 변화할때 샘플링값및 출력파형을 나타낸다.



(1)최대전류값:I2
(2)전류파형
(3)최소전류값:I1
(4)시비율 α=0.45

(1)전압최대값:V1
(2)전압파형
(3)최소전압값:V2
(4)시비율 α=0.45

(1)V1
(2)I2
(3)V2
(4)I1

최대동작 전류및전압파형

사진 1

5.결론

태양전지로 부터 전압을 승압하여 측전지에 충전시키는 체승초퍼 시스템은 전압,전류가 서로반대로 증가 또는 감소하며 맥동하게된다.따라서 전압,전류의 맥동편차를 이용하므로서 태양전지가 항상 최대출력점에서 동작하도록 제어기를 구성한 결과 양호한 특성을 갖는다.

6. 참고문헌

1. Kazuhiko Kato: "태양광발전에의 초전도 에너지 저장의 응용에 관한 실험적 검토", T. IEE Japan, Vol 111-B, No. 9, 91.

2. Katsumi Ohniwa: "태양전지의 최대출력 제어방식의 비교와 승압쵸퍼회로를 이용한 제어특성", T. IEE Japan, Vol. 112-D, NO. 3, 92

3. Ziyad Salameh: "STEP-UP MAXIMUM POWER POINT TRACKER FOR PHOTOVOLTAIC ARRAYS", Solar Energy Vol. 44, No. 1, pp 57-61. 1990, U. S. A.

4. L. L. Bucciarelli: "THE ENERGY BALANCE ASSOCIATED WITH THE USE OF MAXIMUM POWER TRACKER IN A 100-KW -PEAK POWER SYSTEM", 1980 IEEE PV Specialists Conference.

5. Katsumi Ohniwa: "광발전 시스템의 최대출력제어", T. IEE Japan, Vol. 111-B, No. 10, 91.