

2분할 2상 초퍼에 의한 태양광발전 시스템

김연경*, 성낙규*, 이승환**, 강승욱***, 김용주****, 한경희*
 *명지대학교, **대덕대학, ***상지전문대, ****동양공전

Photovoltaic System using Two-Phase Chopper System with Two Separate Groups

Yun-Kyung Kim, Nark-Kuy Sung, Seung-Hwan Lee, Seung-Uk Kang, Yeong-Ju Kim, Kyung-Hee Han
 Myongji University, Taedok College, Sangji College, Dong Yang Technical College

Abstract - Sunlight makes it possible to adjust scale of electric power easily as a electric energy without air pollution. Solar cell to convert the sunlight to the electric energy has DC output which is influenced on temperature and irradiation time. Conversion of DC output from the solar cell to AC is necessary due to the fact that most loads to be used currently are compatible with AC generally.

In the present work, Two-phase chopper system with two separate groups to obtain two identical DC is used to preserve the energy from the solar cell in two battery. They are controlled to be operated around maximum output of the solar cell under the condition of constant voltage. Photovoltaic system with DC→AC conversion is also investigated for big capacity and two separated electric power using two separate inverter.

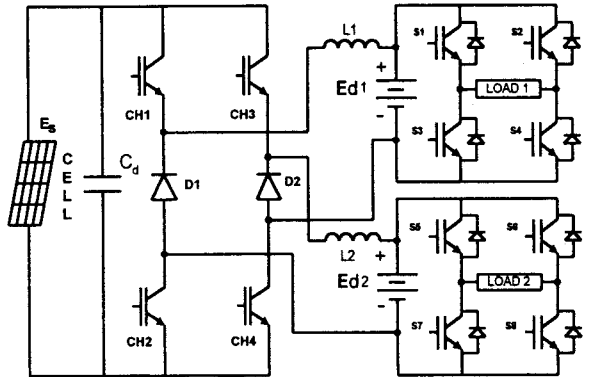


그림 1. 태양광발전 시스템

1. 서 론

태양광은 전기에너지원으로써 청정에너지이고 전력규모를 자유롭게 정할 수 있으며 수용가의 지붕이나 외벽 같은 유휴공간을 활용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 청정에너지원인 태양광을 직접 전기에너지로 변환시키는 태양전지는 그 출력이 직류이며, 일사량 및 온도등에 영향을 받는다. 그러므로 태양전지출력을 유효하게 사용하기 위해서 축전지에 저장할 경우, 태양전지로부터 최대전력을 공급 받도록 할 필요가 있다. [1][2][3] 또한 현재 대부분의 부하는 교류를 사용하게 되어 있으므로, 태양전지의 직류출력을 교류로 변환할 필요가 있다.

본 연구에서는 동일한 2개의 직류 출력전압을 얻을 수 있는 2분할 2상 초퍼 장치를 이용하여 2개의 축전지에 에너지를 축적시킴과 동시에 항상 태양전지의 최대출력점 근방에서 동작할 수 있도록 일정전압 제어하였다. [4][5][6]

또한 태양광발전 시스템의 대용량화와 2개의 독립된 전원을 위하여 복수대(2대)의 독립된 인버터로 DC→AC 변환이 가능한 태양광발전 시스템에 대하여 고찰한 결과를 보고한다.

2. 전력변환회로

그림 1은 태양전지, 2분할 2상 초퍼부, 평활용 리액터, 축전지, 인버터부, 부하로 태양광발전시스템으로 구성한 것이다.

태양전지의 출력은 2분할 2상초퍼에 의해 최대전력점에서 동작되며, 최대출력은 동일한 2개의 전압으로 축전지 (E_{d1} , E_{d2})에 축적되어 2대의 인버터 전원으로 사용되고, 2대의 단상 인버터는 각각 독립적으로 운전된다.

2.1 태양전지의 출력특성

태양전지의 출력특성은 그림 2와 같이 일사량에 따라 크게 영향을 받기 때문에 태양전지에서 최대전력을 얻기 위한 동작점은 태양전지 양단의 전압과 태양전지에서 흘러 나오는 전류의 곱이 최대가 되는 점이 최대출력점이 된다. 그림에서 알 수 있듯이 태양전지의 단락전류 I_s 는 일사량에 따라 비례적으로 변화하나, 개방전압 E_s 는 거의 변화가 적다. 그러므로 일정전압 제어를 하여 태양전지가 최대출력점 근방에서 동작하도록 할 수 있다.

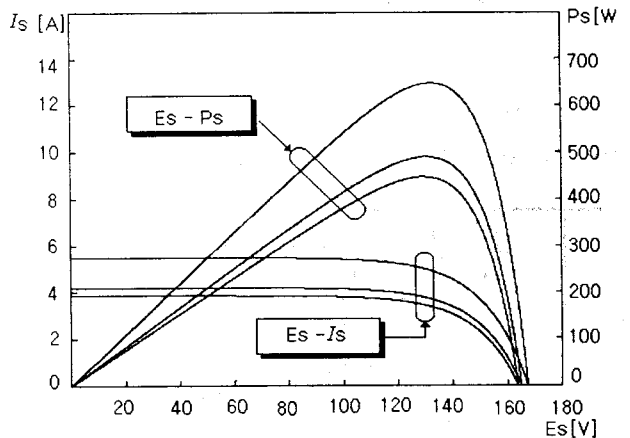


그림 2. 일사량 변화에 따른 태양전지의 출력특성

2.2 2분할 2상 초퍼

직류전원(태양전지)에 의한 2분할 2상 초퍼회로를

그림 3에 표시한다. 본 방식의 동작은 CH1과 CH2를 동시에 온, 오프 시키고, 이것과 반주기 늦은 시점에서 CH3과 CH4를 동시에 온 오프 시킨다. 초퍼의 동작은 시비율 a 가 0.5 이하인 경우와 0.5 이상인 경우 서로 동작이 다르다. 초퍼부 CH1, CH2가 시비율 a 가 0.5 이하의 동작에서 초퍼부 CH1, CH2가 온한 경우와 모든 초퍼부가 오프한 경우에 회로 방정식은 다음과 같다.

$$2(L \cdot \frac{di_1}{dt} + Ri_1) = E_s - 2E_d \quad (1)$$

$$2(L \cdot \frac{di_2}{dt} + Ri_2) = -2E_d \quad (2)$$

시비율 a 가 0.5 이상인 동작에서는 초퍼부가 전원 E_s 에 대하여 병렬로 접속되므로 이때 회로방정식은 다음과 같다.

$$L \cdot \frac{di_2}{dt} + Ri_2 = E_s - E_d \quad (3)$$

식 (1), (2), (3)에서 저항분을 무시하면,

$$E_{d1} = E_{d2} = E_s \cdot a \quad (4)$$

와 같은 관계식을 얻는다.

위식에서 축전지전압 ($E_{d1} = E_{d2}$)은 이미 알고 있는 값으로 초퍼의 시비율 a 를 제어하므로 태양전지 전압 (E_s)을 최대출력점 근방에서 동작하도록 일정전압제어를 할 수 있다. 2분할 2상 초퍼는 2개의 이분할된 출력을 축전지에 저장하고, 이를 인버터의 입력 전원으로 공급한다. 초퍼는 4개의 스위칭소자인 IGBT(CH1, CH2, CH3, CH4)와 역도통방지다이오드(D1, D2), 평활용 리액터스(L1, L2), 축전지 (E_{d1}, E_{d2})로 구성된다. 2분할 2상 초퍼는 단상 초퍼에 비해 주파수가 2배가 되어 맥동율이 감소되고 따라서 평활용 리액터스의 용량을 줄일 수 있다.

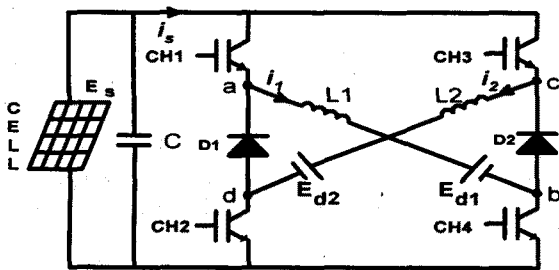


그림 3. 2분할 2상 초퍼

2.3 단상 PWM 인버터

그림 4는 단상 PWM 인버터의 구성도를 나타낸다.

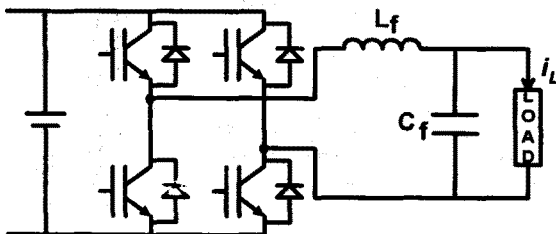


그림 4. 단상 PWM 인버터의 구성도

2분할 2상 초퍼로부터 2분할된 2개의 출력을 축전지에 저장하여 인버터의 입력전원으로 사용한다. 인버터는 스

위칭주파수 4kHz를 사용하였고 각기 다른 부하에도 독립적으로 제어가 가능하다.

3. 시스템 구성

그림 5는 시스템 구성도를 나타낸 것으로 2분할 2상 초퍼의 입력전원을 태양전지로 하여, 2개의 축전지에 저장하고, 복수대의 인버터를 통해 교류부하에 공급하도록 구성하였고 시스템 변수는 표 1과 같다.

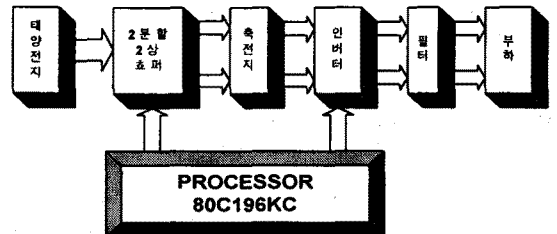
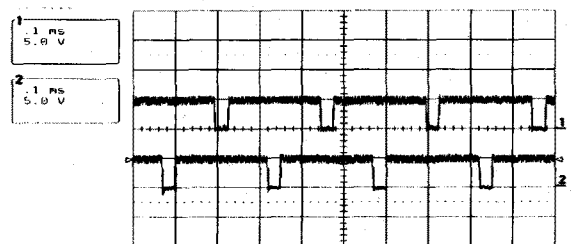


그림 5. 시스템 구성도

표 1. 시스템 변수

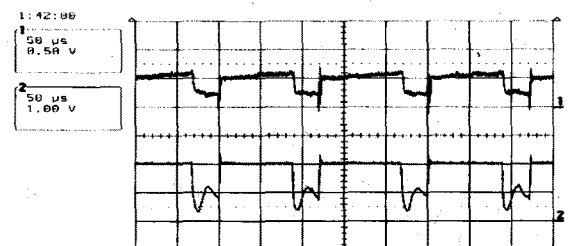
태양전지	개방전압	18[V]
	단락전류	3.32[A]
초퍼입력측 캐패시터(C)		2200[μ F]
축전지 (E_{d1}, E_{d2})		120[V]
평활용 리액터 (L_1, L_2)		20[mH]
필터	리액터 L_f	2[mH]
	캐패시터 C_f	10[μ F]

4. 실험결과 및 고찰



1, 2: 시비율 (a)
[x축: 0.1ms/div y축: 5.0V/div]

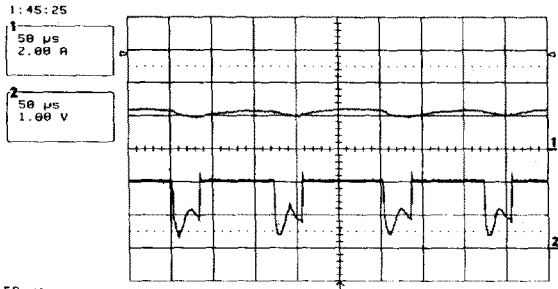
그림 6. 2분할 2상 초퍼의 시비율



1: 초퍼의 전원전류 (i_s) 2: 출력전압 ($v_{ab} = v_{cd}$)

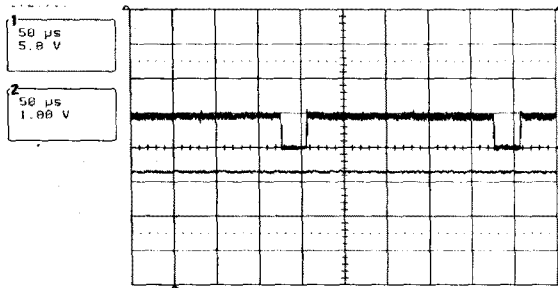
[x축: 50 μ s/div y축: 2A/div(2 \Rightarrow 50V/div)]

그림 7. 초퍼의 전원전류와 출력전압



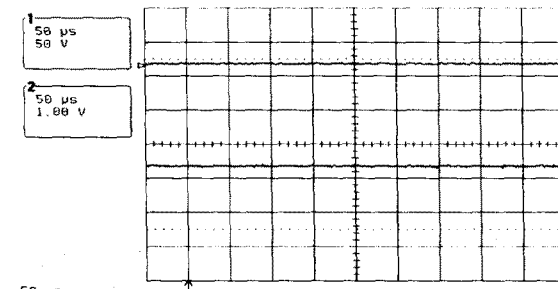
1: 초퍼의 부하전류 ($i_1 = i_2$) 2: 출력전압 ($v_{ab} = v_{cd}$)
 [x축: $50\mu s/div$ y축: $1A/div(2 \Rightarrow 50V/div)$]

그림 8. 초퍼의 부하전류와 출력전압



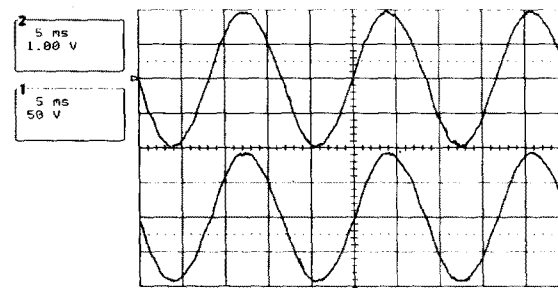
1: 초퍼의 시비율 (α) 2: 축전지 전압 ($E_{d1} = E_{d2}$)
 [x축: $50\mu s/div$ y축: $5.0V/div(2 \Rightarrow 50V/div)$]

그림 9. 초퍼의 시비율과 축전지 양단전압



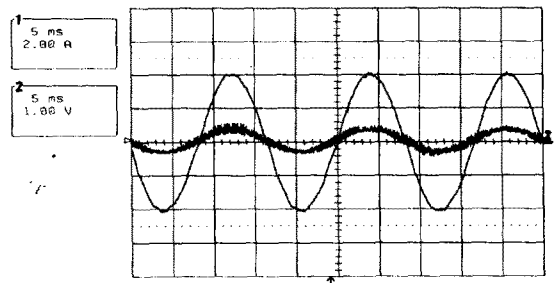
1: E_{d1} 2: E_{d2}
 [x축: $50\mu s/div$ y축: $50V/div$]

그림 10. 2개의 축전지 양단전압



1: V(Load1) 2: V(Load2)
 [x축: $5ms/div$ y축: $50V/div$]

그림 11. 2개의 인버터의 출력전압



1: $v(Load 1) = v(Load 2)$ 2: 부하전류 (i_L)
 [x축: $5ms/div$ y축: $50V/div(2 \Rightarrow 5A/div)$]

그림 12. 인버터의 출력전압과 부하전류

그림 6은 2분할 2상 초퍼의 시비율을 나타낸다. 초퍼의 스위치 CH1과 CH2는 같이 스위칭되고, CH3와 CH4는 CH1, CH2의 압과 반주기 뒤진 위상이며 같은 시비율로 동작된다.

그림 7은 시비율이 최대일 때 초퍼의 출력전압 파형과 그때의 초퍼의 전원전류 파형을 나타낸다. 그림 8은 시비율이 최대일 때 초퍼의 출력전압과 부하전류의 파형을 나타낸다. 그림 9는 초퍼의 시비율에 따른 축전지 양단의 전압파형을 보여주고 있다.

그림 10은 2개의 축전지 양단의 출력전압 파형을 보여주고 있다. 위의 파형에 의해 2분할 2상 초퍼로 부터의 출력은 시비율을 가변함에 따라라도 항상 같은 2개의 출력을 얻을 수 있으며, 이것을 축전지에 저장하여 2개의 인버터에 전원으로 공급할 수 있다. 이에 따라 그림 11은 2개의 인버터의 출력전압 파형을 나타내고, 그림 12는 인버터의 출력전압과 전류파형을 나타낸다. 인버터의 부하로는 전구부하를 사용하여 출력전압과 전류의 위상이 같음을 보여준다.

5. 결 론

본 연구에서는 2분할 2상 초퍼와 전압형인버터를 이용하여 무공해 에너지원인 태양광발전시스템을 가정용전원으로 사용하는 방법을 제안하였다. 따라서 2분할된 초퍼의 직류출력을 인버터의 입력전원으로 공급하여 서로 다른 교류부하를 독립적으로 제어할 수 있도록 하였다. 또한 태양광발전시스템을 항상 최대출력점 근방에서 동작되도록 일정전압 제어하였다.

(참 고 문 헌)

- [1] 鄭然澤의 6명, "송강압초퍼에 의한 태양전지의 최대출력 추적제어" 第 43卷 第 11號 p1846-1855, 1994
- [2] Tokuo ohnishi and Shigeo Takata, "Comparisons of maximum power point tracking strategy of solar cell output and control characteristics using step up/down chopper circuit", T. IEE Japan, Vol. 112-D, No. 3, 1992
- [3] Katsumi Ohniwa, Tadao Fujimaki, Yoshihiko Yoda, "A New Maximum Power Control Method of Photovoltaic Power System," JIEE, Vol-B111, No. 10, 1991
- [4] 韓慶熙, 林和産, 上田實, "二分割 二相 Chopper의 特性", 日本 電氣學會論文誌 B, Vol. 102, No. 12, 1982
- [5] 日本電氣 學會誌: 半導體 電力變換回路, 電氣書院, 1987
- [6] 金容珠, "直流機 運轉을 위한 4分割 2相 초퍼 방식에 關한 研究", 明知大學校 工學博士 學位論文, 1988