

초퍼 방식에 의한 태양전지의 최대 출력점 제어기의 구성

정 연택*, 한 경희*, 김 용 주**, 이 승 환***, 안 낙 동*
 * : 명지대학교, ** : 동양공업전문대학, *** : 충남전문대학

(Maximum power point tracking controller of solar cell by means of chopper system)

Y.T.CHUNG, K.H.HAN, Y.J.KIM, S.H.LEE, N.D.HAN
 MYONGJI UNIVERSITY, DONGYANG TECHNICAL JUNIOR COLLEGE,
 CHUNGNAM JUNIOR COLLEGE

ABSTRACT

This paper discusses a maximum power point tracking controller (MPPTC) by using chopper with an adjustable input to output voltage.

The MPPTC is determined by sensing only the actual voltage from solar cell array. It is simple and continuously tracks the solar cell array maximum power point regardless of the load type.

Also, the system obtains protection circuit to protect overcharge and discharge against the battery.

1. 서론

천연자원의 한계성에 따른 대체 에너지의 하나로서 무진장의 태양에너지를 이용하는 연구가 활발하다. 반도체 소자에 의한 광기전력 효과를 이용해서 광에너지를 직접 전기 에너지로 변환하는 태양전지 어레이의 개발에 따른 태양광 발전 시스템은 소규모의 가정용 으로부터 대규모의 발전에 이르기 까지 폭 넓은 응용이 기대되고 있다. 그러나 태양 전지는 일사량 또는 소자 온도 등의 환경 조건에 따라 발전량이 크게 변동하게 된다. (1)(2)

태양전지를 유효하게 이용하기 위해서는 태양전지 어레이 출력제어 기술 및 이용 시스템의 연구가 중요하다.

본 논문에서는 전력계통과 독립한 축전지를 갖는 시스템으로 발전량의 감소나 증가에도 관계없이 승강압이 가능한 초퍼 회로를 대상으로 일사량의 변화에 대하여 전압 검출만으로 항상 최대 출력을 낼수있는 제어기를 구성하여 이론 및 실험적으로 고찰한다. (3)(4)

2. 충전 회로

2.1 주회로 및 기본동작

그림 1은 승강압 초퍼회로를 표시하였으며 부하로는 축전지를 사용 하였다. 여기에서 스위칭 소자로서 MOSFET를 사용하여 스위칭 주파수를 높게 함으로써 부하로 공급하는 전력의 맥동을 적게 하였다.

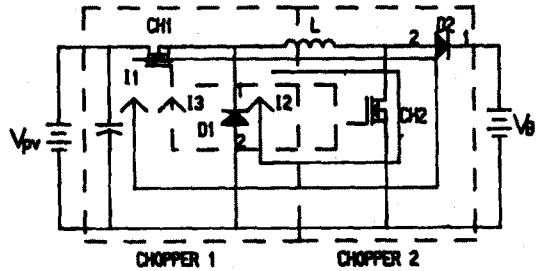


그림 1. 승강압 초퍼회로

그림 2는 축전지 변화에 따라 승강압을 가능하게 하기 위한 각 초퍼부 신호의 결합 회로이다.

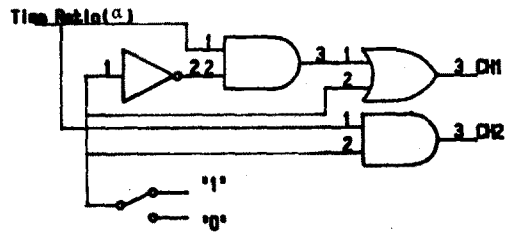


그림 2. 게이트 결합회로

먼저 결합 스위치를 low("0")로 하면 CHOPPER 1의 회로가 강압초퍼로 동작한다. 따라서 CH1이 ON 하면 $V_{pv}-CH_1-L-D_2-V_b-V_{pv}$ 의 경로를 통하여 전원에서 축전지(V_b)측에 전압이 인가되며 다음 CH1이 OFF 하면 L에 축전 되었던 에너지에 의해 $L-D_2-V_b-D_1-L$ 의 경로로 환류 전류가 흐른다.

이 회로에서 초퍼부의 ON, OFF 모드에 따른 태양전지 전압 V_{pv} 와 축전지 전압 V_b 와의 관계를 구하면 식(1)과 같다.

$$V_b = V_{pv} \cdot \frac{t_{on}}{T} = V_{pv} \cdot a \quad (1)$$

여기에서 T는 동작주기, t_{on} 은 충전주기. $t_{on} / T = a$ 는 시비율이다.

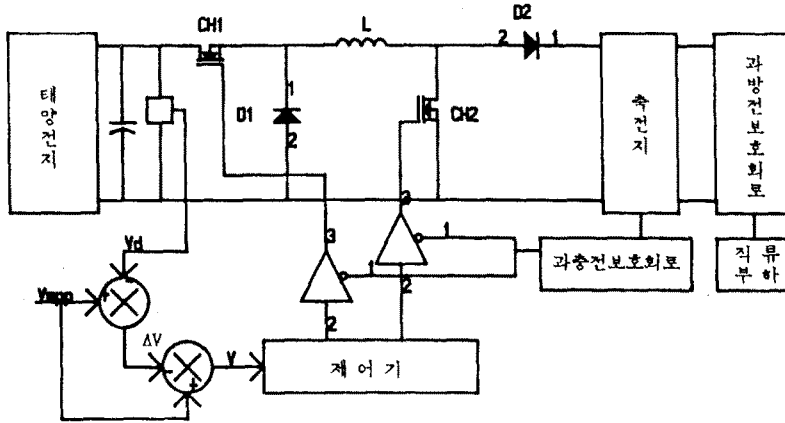


그림 3. 최대출력점 추적을 위한 전체 시스템

다음 절한 스위치를 High("1")로 하면 CHOPPER 2의 회로가 되어 승압 쇼퍼모 동작한다. 그러므로 CH2가 ON 하면 $V_{PV}-L-CH2-V_{PV}$ 의 경로로 L에 에너지를 축적하며 다음 CH2가 OFF 하며 L에 축적된 에너지와 태양전지의 출력전압 V_{PV} 가 직렬 연결되어 축전지(V_B)에 전력을 공급한다. 이 회로에서 태양전지 전압 V_{PV} 와 축전지 전압 V_B 와의 관계를 구하면 식(2)와 같다.

$$V_B = \frac{V_{PV}}{1 - \frac{t_{on}}{T}} = \frac{1}{1 - \alpha} \cdot V_{PV} \quad (2)$$

식 (1), (2)에서 나타낸 바와 같이 입출력 전압은 시비율 α 에 의해 결정이 되므로 일사량 변화에 따라 최대 출력점에서 동작 되도록 α 를 결정하여야 한다.

2.2 태양 전지의 최대 출력 추적특성

태양 전지에서 항상 최대전력을 축전지에 공급하기 위한 방법으로 그림 3과 같은 쇼퍼 시스템을 설계한다. 태양전지의 전류는 연속하는 것이 바람직하므로, 강압쇼퍼동작시에는 전류가 불연속하게되는 것을 방지하기 위하여 콘덴서를 삽입하며게되며, 한편 콘덴서는 승압쇼퍼동작시 전압맥동을 작게 하여주는 작용을 하게된다.

그림 4는 일사량을 파라미터로 하는 경우 전류, 전압 특성 및 전력-전압 특성을 나타내 일사량이 증가함에 따라 전류 및 전력이 증가 하게되고 전력이 최대가 되는 점을 최적동작점 이라하고 이 동작점에 의한 전류 전압을 각각 최적동작전류 (I_{MPP}), 최적동작 전압(V_{MPP}) 이라 부른다.

그림 4에서 알수 있듯이 일사량의 변화에 대해서 I_{MPP} 은 거의 비례특성을 보이지만 V_{MPP} 은 거의 변화 하지 않는다. 따라서 태양전지의 최대출력전력은 주로 전류에 의해 결정되며 전압을 일정하게 동작하도록 정전압에 의한 방법으로 제어기를 구성하면 되지만 실질적으로 전압이 미세하게 변화 하므로 미세하게 변화하는 최대동작점 전압을 검출하여 제어기를 구성한다.

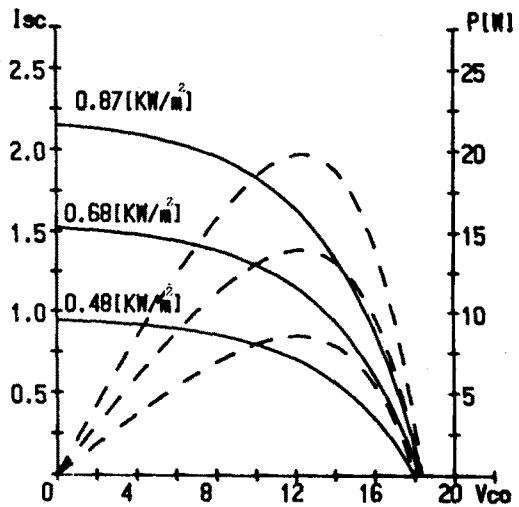


그림 4. 일사량 변화에 따른 태양전지 특성

승압쇼퍼모 동작하는 경우 일사량이 변하게 되면 태양전지의 전압-전류 특성곡선을 그림 5(a) 나타내며 곡선 (1)에서 2)로 변하게 되므로 최대출력점을 갖는 전압 V_{MPP} 가 ΔV 만큼 이동하게된다. 최대동작전압의 변화량을 ΔV 라 할때 이 변화량에 의해 시비율 α 도 그림 5(b)와 같이 $\Delta \alpha$ 의 변화량을 갖는다. 그러므로 최대출력점이 되는 시비율 α 를 얻기 위해서는 식 (2)를 만족하도록 α 의 변화량을 보정하여야 하고 이것을 전압검출만의 제어기로서 제어 가능하다. 이러한 제어기의 출력선도를 그림 6에 표시하였다. 이 제어기는 태양전지의 실질적인 최대동작전압(V_{MPP})을 구하여 기준전압(V_r)로 선정하여 고정하고 다음 일사량이 변화하는 최대동작 전압(V_d)을 검출하여 최대 일사량의 전압(V_r)과의 차가 ΔV 가 되므로 시비율 α 에 의해 최대동작점이 얻어지고 다시 ΔV 와 V_r 과의 차가 쇼퍼 회로의 게이트 신호로 결정되어 일사량의 변화에 대하여 항상 최대출력점을 추적하므로써 축전지에 최대전력을 공급한다.

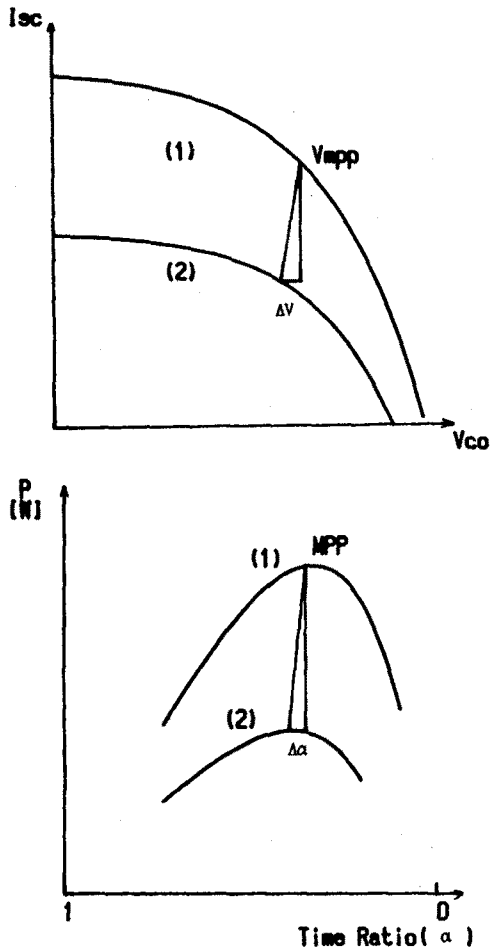


그림 5. 최대출력점 추적을 위한 ΔV , $\Delta \alpha$ 의 보정

3. 실험결과

태양전지는 40[W], 축전지는 12*3S, 동작주파수는 5[KHZ]로 그림 3과 같이 승강압 효과를 이용하여 전압검출만으로 일사량의 변화에 대해서 항상 최대전력을 축전지에 공급 되도록 실험을 행하였다.

일사량 변화에 따른 최대출력점 제어를 행한 결과 비교적 양호한 전력을 얻었으며 그림 8에 일사량이 변화할때 태양 전지 출력의 전압, 전류 및 전력변화 상태를 나타내었다. 또한 사진 1은 일정일사량인 경우 태양전지의 출력파형과 게이트 신호를 나타낸다.

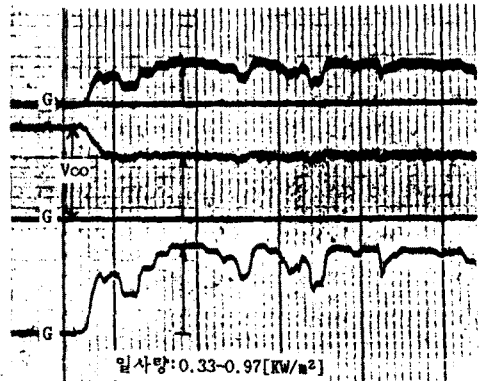
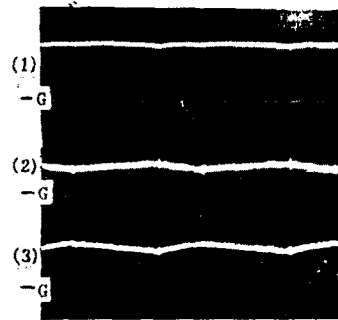


그림 7. 일사량 변화에 따른 최대출력 전류, 전압 및 전력



(1) 전력 : 10[W/div]
 (2) 전류 : 2[A/div]
 (3) 전압 : 10[V/div]
 Time: 50[μS/div]

사진 1. 승압시 태양전지의 출력파형

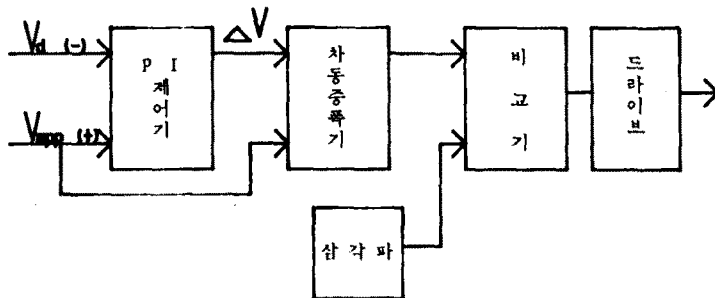


그림 6. 제어기 블록선도

4. 결론

태양전지로부터 축전지에 전력을 충전하는 경우 최대출력점에서 동작하도록 하는 종래의 방법은 전압, 전류를 측정하므로써 가능하였으나 본 제어기는 전압만을 검출하므로써 최대출력점에서 동작하도록 간단하게 제어기를 구성하였으며 태양전지 전압과 축전지 용량에 따라 주회로의 변경없이 게이트 신호만으로 승강압이 가능하도록 하였다.

5. 참고문헌

1. 北村他, "太陽光發電用 電力調整裝置 最大出力制御", 第49回 研究會例會資料, 昭和 57年 6月
2. 林田達常, "力變換裝置 による 太陽電池出力制御方式と省 エネルギー化 應用 システム", SPC 82-49 昭和 57年10月
3. Ziyad Salameh and Daniel Taylor, "STEP-UP MAXIMUM POWER POINT TRACKER FOR PHOTOVOLTAIC ARRAY", Solar Energy Vol. 44, No. 1, pp. 57-61 (1990)
4. B.L. Grossman, "THE ENERGY BALANCE ASSOCIATED WITH THE USE OF A MAXIMUM POWER TRACKER IN A 100-KW-PEAK POWER SYSTEM", IEEE pp 523-527 (1980)