

## Microprocessor를 이용한 태양전지의 최대 출력점 추적 제어

한 경 의 장 경 현 권 역 김 대 군 이 완 기  
 명 지 대학교 전기공학과

강 승 우  
 (주)현대중전기연구소

### Tracking Control of Maximum Power Point of Photovoltaic Array by using the Microprocessor

K.H.Han K.H.Jang H.Kwon D.K.Kim W.K.Lee S.W.Kang  
 Dept. of Electrical Engineering, Myong Ji University Hyundai E.E.C. R & D Center

### Abstract

This paper proposes the microprocessor-based step-up chopper system used for the battery charge from the photovoltaic arrays.

The proposed scheme tracks the maximum power point by analyzing the voltage and power phasors which vary as the solar irradiation quantity.

In this system, protection for the overcharge and overdischarge is also provided.

### 1. 서 론

최근 천연 자원의 한계성에 대비하여 대체 energy 개발에 대한 연구의 필요성으로 인해 공해가 없고, 무진장인 태양 energy의 실용화에 중점을 두고 있는 실정이다. 한편, 태양광 발전 시스템은 발전 단가가 높아서 인공위성, 산간 벽지 또는 외딴섬의 전원, 군사용으로 응용 분야가 한정되어 있기 때문에 태양광 발전 system의 실용화를 위해 상용 전원과 경쟁 가능한 수준의 저가격화, 고효율화가 이루어져야 하며, 이를 위한 system의 연구도 활발히 추진되고 있다. 그리고 태양전지의 발생 전력은 일사량, 태양전지 소자의 온도 및 동작 전압등에 의존하기 때문에 가능한 한 많은 energy를 태양전지에서 얻어내기 위해서는 항상 최대출력점에서 동작하도록 제어하여야 할 필요가 있다. (1)-(3)

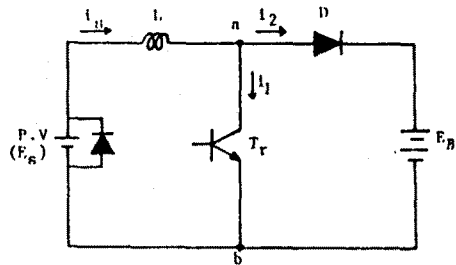
태양광 발전 system의 실용화를 위해서는 그 system 구성을 간단히 하는 것이 필수조건이 되고, 이에 대해서 전력 제어 방식, 전압 전류 제어 방식등을 이용하여 태양전지의 최대 출력점을 추적 제어하였다. (1)-(6)

본 연구에서는 계승chopper를 이용하여 태양전지로부터 축전지에 전력을 공급하는 경우, 기지의 태양전지 특성을 숙지, Microprocessor를 이용하여 일사량의 변화에 대해서 전류비교와 전압비교를 행함으로써 항상 최대 출력점을 추적하도록 제어하였다.

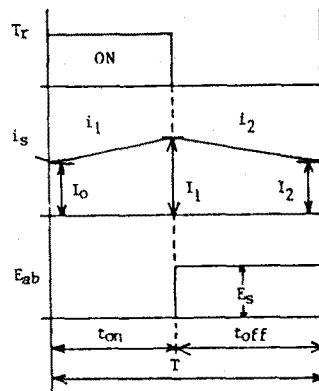
또한, 축전지의 전압을 검출하여 과충전 및 과방전에

대해서도 제어 가능 하도록 구성하여 동작 원리, 제어 system 및 기본 특성을 고찰한다.

### 2. 태양전지의 출력특성.



(a) 주 회로



(b) 각부 파형

그림 1. 주회로 및 각부 파형

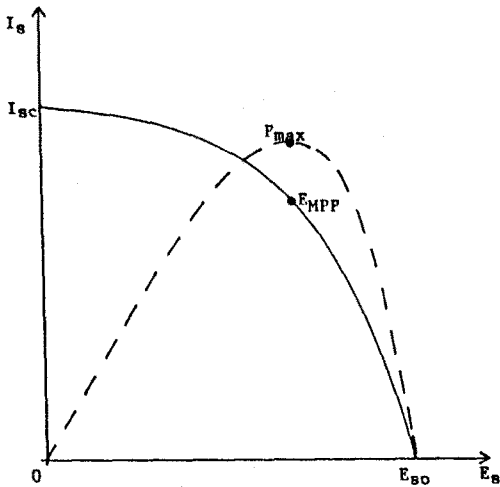
그림 1은 계승 chopper 방식을 이용한 태양전지에서 축전지로의 충전방식의 주회로 및 각부파형을 보인 것이다. 여기에서  $E_s$ 는 태양전지의 출력전압,  $L$ 은 평활용 리액터,  $T_r$ 은 트랜지스터,  $D$ 는 환류용 다이오드,  $E_b$ 는 축전지 전압이다.

그림 1의 주회로에서 Tr에 ON신호를 주면 평활용 리액터 L에 에너지가 축적되고, 이어서 Tr에 OFF신호를 주면 L에 축적된 energy와 태양전지의 출력전압 Es가 지펄로 결합되어 축전지로 전력을 공급하게 된다.

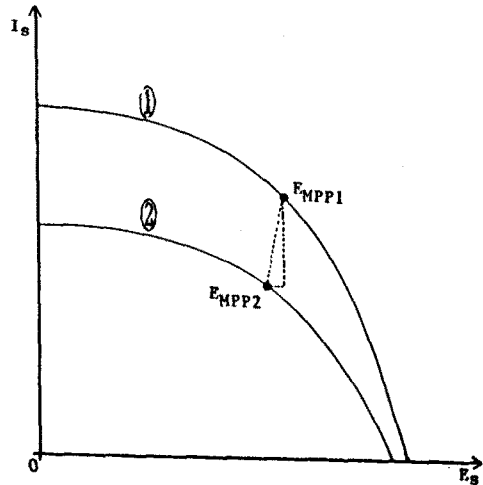
이 회로에서 chop부의 ON,OFF Mode에 따른 태양전지 전압 Es와 축전지 전압 Eb와의 관계를 구하면 식 (1)과 같다.

$$E_b = \frac{E_s}{1 - \alpha} \quad (1)$$

그림 2는 일사량에 따른 태양전지의 특성곡선이다. 일반적으로 태양전지는 출력이 최대가 되는 점(Pmax)의 전압은 온도 및 일사량에 의해서 수 %정도 변화한다. 따라서 이 변화에 관계없이 항상 Pmax점을 추적하도록 하기 위하여 기지의 태양전지 특성을 이용한다.



(a) 일정 일사량일때 특성곡선.



(b) 일사량 변화에 따른 특성곡선

그림2. 일사량에 따른 태양전지의 V-I특성

그림에서 보듯이 태양전지의 출력특성은 수하특성을 갖고 있으며, 일사량이 변화하게 되면 태양전지의 출력특성도 그림(b)에 나타난 바와같이 곡선 ①에서 곡선 ②로 변화하게 된다.

System 구성상 (1)식에서 나타난 바와 같이 Tr에 가해지는 시비율  $\alpha$ 에 의해서 태양전지의 출력점은 결정되고, 시비율의 값에 따라 태양전지의 출력전압은 결정된다. 따라서 태양전지의 최대출력점 동작을 위해서는 변화된 일사량의 최대출력점이 되는 시비율  $\alpha$ 로 보정할 필요가 있다.

이에 대해서 Microprocessor를 이용하여 전력 비교와 전압 비교를 행하므로써 시비율  $\alpha$ 를 보정하고, 그 일사량에 맞는 최대출력점을 추적하게 하였다.

### 3. 태양전지의 최대 출력점 추적 특성

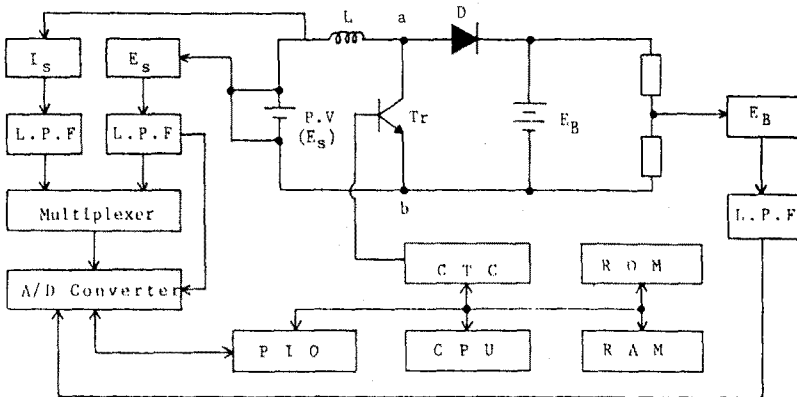


그림 3. 주회로 및 제어부

그림 3은 태양전지에서 축전지로 충전하는 방법에 있어 계승 chopper 방식을 이용한 것이고 Microprocessor를 이용하여 일사량의 변화에 대해서도 항상 최대출력점을 추적하도록 설계한 것이다. 그림에서 태양전지의 전류, 전압을 검출하여 Filter를 통해 Multiplexer에서 계산된 전력값과 태양전지의 출력전압, 축전지의 전압을 A/D Converter를 통해 Microprocessor에 입력되면, 전력비교와 전압비교로 시비를  $\alpha$ 를 보정하므로써, 그 일사량에 맞는 최대출력점을 추적 제어하게 된다.

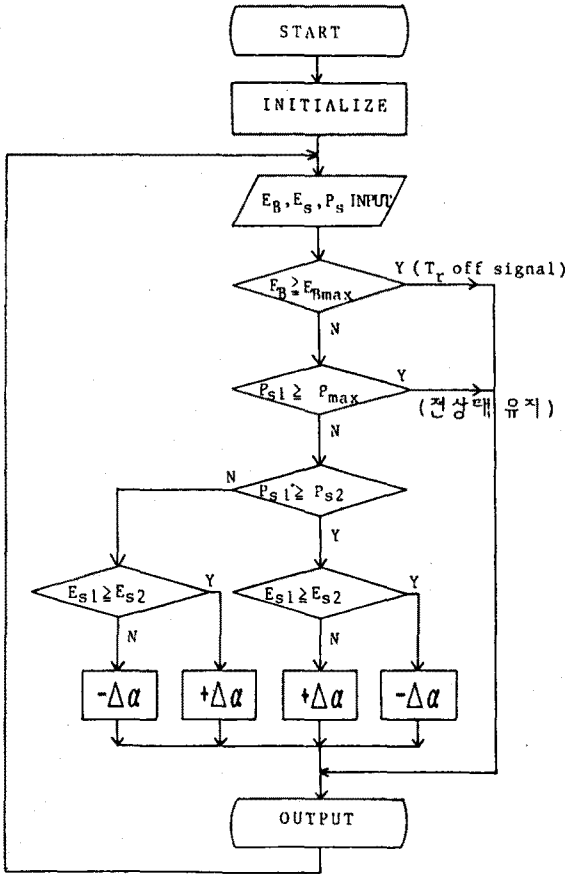


그림 4. 흐름도 (Flowchart)

그림 4는 태양전지의 최대출력점을 추종하기 위한 흐름도를 보인 것이다.

그림 4에서 태양전지의 출력전압과 출력전류를 검출하여 Multiplexer로 계산된 전력값과 최대전력값을 비교하여 현재의 전력값이 크면 출력을 그대로 내보내게 되고, 최대전력값 보다 작으면 과거의 전력값과 비교한 후, 현재의 전압값과 과거의 전압값을 비교하므로써 시비를  $\alpha$ 의 보정을 결정하게 된다.

그리고 태양전지에서 축전지로 전력을 공급하는 경우, 축전지의 전압을 검출하여 축전지의 최대허용전압보다 크면  $T_r$ 에 가해지는 신호를 차단하므로써 과충전을 방지

하게 되고, 검출된 축전지의 전압이 최소허용전압보다 작으면 부하 Line을 차단하므로써 과방전을 방지하여 축전지를 보호하였다.

그림 5는 Microprocessor를 이용하여 태양전지의 최대 출력점을 추적하는 제어회로를 보인 것이다. 제어부는 CPU 및 주변장치로 구성하였으며, 입력 Interface 회로에서는 태양전지의 출력전압  $E_s$ 와 출력전류  $I_s$ 를 검출하여 Multiplexer에 의해 계산된 출력값  $P_s$ 와 태양전지의 출력전압  $E_s$ , 축전지 전압  $E_B$ 값은 A/D Converter를 거쳐서 Microprocessor에 입력된다. 그리고 출력 Interface 회로에서는 chop부의 gate신호를 발생시켜 주게 되는데, 이것은 CTC의 CH0, CH1 pin의 출력이 OR gate를 거쳐 4-bit binary counter에서  $T_r$ 에 가해지는 신호를 발생시킨다. 여기서 CH0는 chop부의 주기를 결정하게 되고, CH1은 시비를  $\alpha$ 를 결정해 주게 된다.

이것에 대한 Timechart를 그림 6에 보였다.

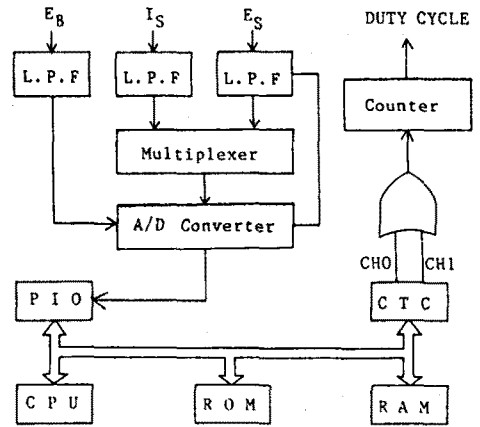


그림 5. Microprocessor를 이용한 제어회로.

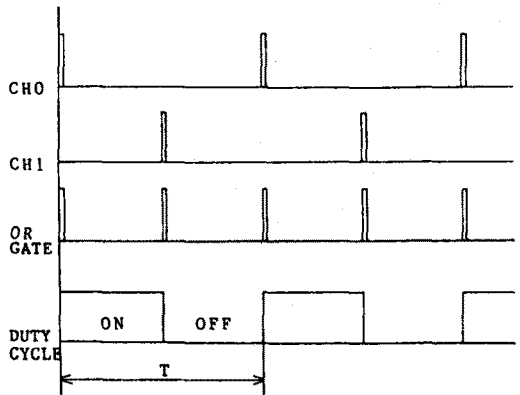


그림 6. Timechart.

## 4. 결 론.

본 연구에서는 계층 chopper 방식을 이용하여 태양전지에서 축전지로 전력을 공급하는 경우, 검출된 태양전지의 출력전압과 출력전류를 microprocessor를 이용하여 일사방의 변화에 대해서 전압비교와 전압비교를 행함으로써 종래의 추적 방법보다 신뢰성 및 속응성면에서 최적의 제어방법임을 보였으며, 또한, 축전지의 전압을 검출하여 최대허용전압과 최소허용전압을 비교함으로써 축전지를 보호할 수 있도록 하였다.

현재 본 연구를 실험적으로 고찰중이며, 어떠한 system에서도 적용 가능한 제어 program을 검토할 계획이다.

## 5. 参 考 文 献

- 1) 大庭勝實, 佐藤 剛, "太陽光 發電 System의 最大出力 追跡 制御法" 日本電氣學會論文誌 (昭61-B75)
- 2) 木村軍司, 場谷巳律雄, "Chopper를 이용한 太陽電池에서 蓄電池로의 充電 特性에 대해서" 電氣學會全大 (昭61年)
- 3) 星野正人, 工藤公生, 木村軍司, 場谷巳律雄, "太陽光 發電 System에 의한 DC-DC Converter 및 Inverter에 관한 研究" JIEE SPC-88-36
- 4) A.F.Boehringer "Self-Adapting dc Converter for Solar Spacecraft Power Supply" IEEE Trans.Aerosp.& Electron. Syst.,AES-4,102 (1968)
- 5) Ziyad Salameh and Daniel Taylor "Step-Up Maximum Power Point Tracking for Photovoltaic Arrays" Solar Energy Vol.44.No.1.pp.57-61. (1990)
- 6) 原島文雄의 3명 "PWM 인버터에 의한 太陽光 發電 system의 電力 制御" SPC-86-90