

# 무동력 약품투입기를 위한 태양광발전시스템의 개발

(A Development of Photovoltaic power generation for No-power Chlorine injector)

고강훈 · 이현우\*

(Kang - Hoon Kho · Hyun - Woo Lee)

## 요 약

인류 문화의 발달에 따라 산업의 원동력인 전기에너지의 사용 빈도는 급속히 증가되면서 기존 에너지원인 화석 에너지원의 고갈과 환경문제로 인한 새로운 전기에너지원으로 태양광 발전 시스템의 도입이 점점 고조되고 있다. 본 논문에서는 무전원 약품투입기를 설계하였다. 이 시스템은 태양광 발전 시스템을 사용함으로써 그 결과 저비용과 안정된 시스템을 확보하였다.

## Abstract

As we have advanced in culture, the consumption trend of main industrial energy source, electric energy has been increased in correspond with it. This increment is not only causing depletion of fossil energy since long times ago, but issuing the environmental problem nowadays. So considering a point of this view, it is necessary that we adapt the photovoltaic solar system as a new electric energy source.

In this paper, we have to design that no-power Chlorine injector. This system uses photovoltaic power generation system. Therefore, we will obtained low-cost and stability

Key Words : Photovoltaic system, Chlorine injector

## 1. 서 론

현대사회에 있어서 전기는 생활 전반에 걸쳐 모든 기기나 운송수단 등에 사용된다.

그러므로 증가되는 전기사용 요구량을 공급하기 위해 많은 화석에너지를 요구한다. 따라서 자원고갈이라는 문제에 직면하게 될 것은 당연한 결과이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 대체 에너지 개발에

많은 노력을 경주하고 있다.

최근 우리나라에서는 솔라시티 건설사업과 같은 태양열, 태양광을 이용한 시스템의 개발사업에 많은 지원이 이루어지고 있다. 이러한 지원이 있기 이전에 독립형 시스템으로서 가로등 및 긴급전화 시스템, 일반 도서지역의 발전시스템이 운용되고 있다. 연계형 시스템의 경우는 한전과 협의를 통하여 한국전기 연구원과 함께 법안을 마련중이며 곧 이에 상응하는 법제안이 마련될 것이라 사료된다[1]~[4].

본 논문에서는 O.S.Ltd.에서 제작되어 판매되고 있는 무동력 약품투입장치의 신뢰성 및 시스템 효율을 향상시키고자 태양광 발전 시스템을 적용하였다.

기존의 시스템은 별도의 장치 없이 동작하나 몇가

\* 주저자 : 경남대학교 전기전자공학부  
Tel : 055-249-2834, Fax : 055-248-2228  
E-mail : lhwoo@kyungnam.ac.kr  
접수일자 : 2002년 1월 2일  
1차심사 : 2003년 1월 15일  
심사완료 : 2003년 6월 19일

무동력 약품투입기를 위한 태양광발전시스템의 개발

지 사용환경의 제약조건이 있다. 이러한 문제점을 해소하기 위하여 동력을 사용하는 염소투입기 장치의 전원을 태양광 발전 시스템의 발전전력을 이용하여 독립적으로 동작하게 함으로서 기존의 문제해결이 가능하다. 또한 축전지를 함께 사용함으로써 기후의 제약조건이나 발전시스템의 고장시에도 여유분의 전력을 보유함으로써 장비 점검 및 수리시에 큰 문제가 없다. 아울러 약품의 산화 및 기화방지 시스템을 채용함으로써 신뢰성 및 사용의 편리성을 도모하고자 한다.

2. 시스템의 구성

2.1 태양광 발전시스템의 특징과 구성

태양광 발전의 기본 회로를 그림1에 나타내었다. 태양광 발전시스템은 태양전지 어레이(Array), 축전 장치, 전력조정기(Power Conditioner), 계통연계 장치 등으로 구성된다. 그림 중 DC-DC 컨버터로 표시된 기기는 대규모 시스템의 구성을 나타내고, 소규모 시스템인 경우에는 인버터만 있다[4][5].

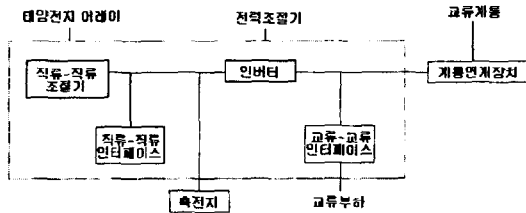


그림 1. 태양광 발전 시스템의 기본 회로도  
Fig. 1. Basic circuit diagram of PVS

태양광 발전 시스템은 다른 발전 시스템에 비하여 다음과 같은 특징을 갖는다.

- ㉠ 에너지원이 무한정이며, 무공해이다.
- ㉡ 태양광 에너지를 직접 직류 전력으로 변환하므로 터빈이나 발전기와 같은 가동 부분이 없고, 소음이 없다.
- ㉢ 태양광을 받을 수 있는 곳이면 설치가 가능하여 장소의 제약이 적다. 따라서 전력이 필요로 하는 장소에 직접 설치가 가능하다.
- ㉣ 태양전지의 출력은 일사량, 온도 등에 의해 변화하므로 안정된 전력을 얻기 위해서는 전력 저장설비를 이용하거나, 전력계통과 연계시킬 필요가 있다.

이 태양광 발전 시스템을 이용 방법에 따라 여러 가지로 분류할 수가 있다. 즉 태양광 발전 시스템이 전력 회사의 전력계통과 전기적으로 연결되어 있는가에 따라 독립형과 계통연계형으로 분류된다[6][7].

여기에서 사용된 시스템은 독립형 시스템으로서 태양전지에서 발생하는 직류 전력을 DC-DC 전력변환장치를 통하여 축전지와 부하에 공급하며 축전지의 과충전방지를 위한 장치를 갖추고 있다. 기존의 제품 가운데 동력(축전지 : DC 12[V])을 이용한 제품은 독립적으로 동작하는데 어려움이 있다. 축전지를 충전한 후 시스템에 부착하는 방식으로 축전지의 충전상태의 모니터링이 어려우므로 유지 보수가 어려웠다. 따라서 한전 전력을 공급받아 12[V]어댑터를 이용한 시스템도 있다. 그러나 부가적인 시스템의 추가로 비용의 증대 및 시스템의 신뢰성 및 유지 보수의 심각한 취약점을 가지고 있다. 그림 2는 이러한 시스템을 개선하기 위하여 설계된 시스템의 블록도이다.

태양광발전전력이 부족할 경우 축전지의 충전발전에너지를 이용 약품투입기를 구동하고 태양광발전이 원활히 이루어질 경우에는 충전지를 충전하는 동시에 시스템을 구동한다. 또한 약품투입기의 동력은 최소한의 전력을 사용하여 구동할 수 있도록 설계한다.

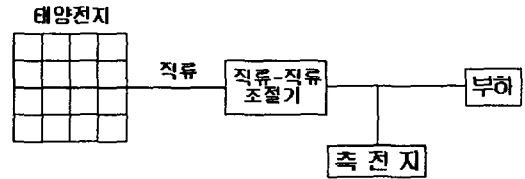


그림 2. 약품투입기시스템의 구성  
Fig. 2. Configuration of chlorine injector system

2.2 충전컨트롤러와 과충전방지회로

태양전지에서 전력을 축전지에 충전할 컨트롤러는 세류충전, 과충전방지를 제어 할 수 있도록 하여야 한다. 그러므로 태양전지와 축전지의 직류전압을 일정하도록 제어하는 최대전력추종제어회로와 축전지의 과방전을 방지하는 회로 등으로 이루어져 있다. 그림 3은 전체 시스템 회로도이다.

충전 컨트롤러는 축전지 전압을 검출하여 제너다이오드(TA76431)에서 트랜지스터(2SA1015)를 제어, FET 스위치(2SJ240)를 ON/OFF 시킨다. 이것에 의해 축전지에서 컨트롤러에 전혀 전류가 흐르지 않도록 한다. 그림 3의 세부회로를 그림 4와 그림 5에

나타내었다. 그림 4는 충전시스템과 과충전보호회로를 나타낸 것이다. 이 회로는 온도가 15[°C]일 때 전지의 전압이 14.6[V]로 충전을 정지하고 13.1[V]로 저하할 때 충전을 재개한다.

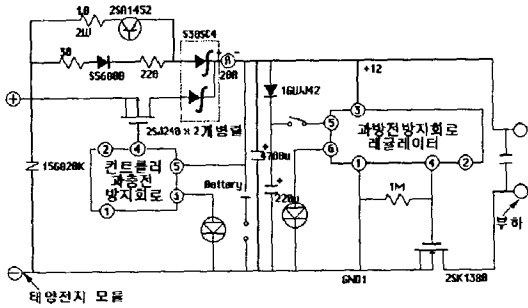


그림 3. 시스템 회로도  
Fig. 3. Circuit of System

### 2.3 역전류방지 다이오드

태양전지가 발전하고 있지 않을 때 축전지에서 태양전지에 전류가 역류하는 것을 방지하기 위하여 역전류방지 다이오드를 사용한다. Si-PN 접합 다이오드에는 전류가 20[A]이고 전압강하 1[V]이상이기 때문에 20[W]의 발열이 생겨 사용할 수 없게 된다. 쇼트 다이오드는 전압강하가 적으나 역방향의 누설전류가 크다. 이 회로에서 사용한 제너 다이오드(S30SC4)는 상온에서 12[V]의 역전압으로 10[μA]이하의 누설전류의 특성을 가졌다.

### 2.4 제어회로의 구성

주 제어기는 PIC16C74를 사용하였다. 최대동작 주파수는 20MHz, 프로그램 메모리는 4k이며 A/D변환 채널을 8개 가지고 있다. 디지털 타이머를 동작시켜 정해진 시간 또는 조건을 PIC칩에 프로그램시켜 7-세그먼트로 시간을 디스플레이하면서 부하인 모터를 동작시켜 약품을 투입하도록 하게 되어 있다. 7-세그먼트를 사용한 이유는 LCD를 사용하는 것보다 비용이 저가이기 때문이다. 그림 6은 제어기 구성도를 나타낸 것이다.

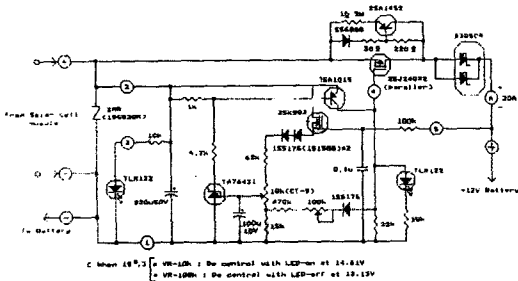


그림 4. 충전시스템과 과충전보호회로  
Fig. 4. Charge system and protective circuit of over-charge

또 충전정지 중에 있어서도 트랜지스터에 의해서 어느 정도의 낮은 전류를 흘리고 있다. 그림 5에서 과전압보호회로와 과방전 보호회로도를 나타내었다.

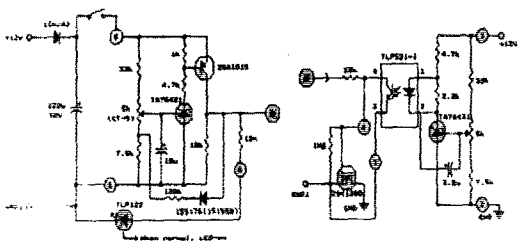


그림 5. 과전압·과방전보호회로  
Fig. 5. Protective circuit of over-voltage and over-discharge

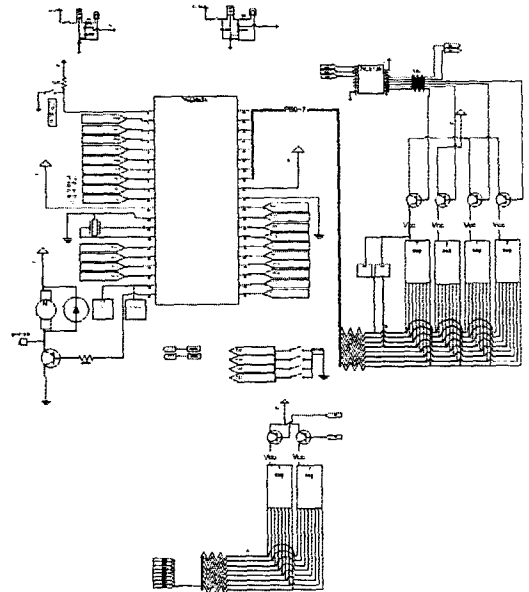


그림 6. 제어기 구성도  
Fig. 6. Configuration of control

### 2.5 외함의 설계

약품적제 시스템의 소형화를 통하여 제품외함을 경량화 할 수 있도록 설계하였으며, 약품투입 양에 관계없이 많은 양을 적재 할 수 있도록 설계하였다. 또한 약품 가스와 공기와의 접촉으로 주변기기의 부식을 차단할 수 있도록 설계하였다. 더불어 저가의 아몰퍼스계열의 태양전지를 외함에 장착 할 수 있도록 설계하였다.

그림 7은 약품공급장치의 도면을 나타낸 것이다.

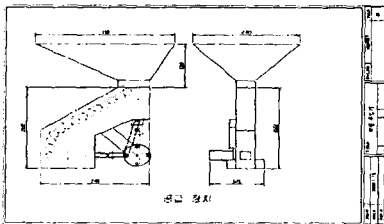


그림 7. 약품공급장치  
Fig. 7. Supply Device of Chlorine

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 제작회로 및 실험결과

제작한 회로의 사진을 그림 8에 나타내었다. 왼쪽은 디지털 타이머와 약품투입 제어기부분이며 우측은 축전지의 제어기를 나타낸 것이다.

그림 9는 정상적인 동작상태하의 태양전지의 전압(입력전압)과 출력전압을 나타낸 실험파형이다. 입력전압은 Ch1이며, 입력전압 14[V]를 나타내고 있고, 출력전압은 Ch2이며, 13.5[V]를 나타내고 있다. 따라서 축전지 충전에 필요한 전압을 원활히 공급함을 알 수 있다. 표 1에 제작에 사용된 부품사양을 나타내었다.



그림 8. 실험장치사진  
Fig. 8. Photo of experiment device

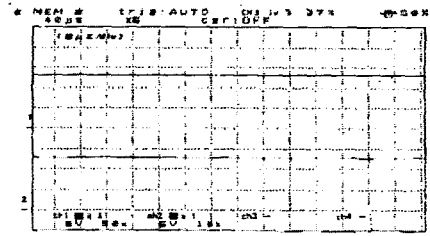


그림 9. 입력전압과 출력전압의 파형  
Fig. 9. The waveform of Input voltage and Output voltage

### 3.2 실험결과와 고찰

이 장치는 많은 시스템 전력량을 요구하지 않으므로 저가의 아몰퍼스 계열의 태양전지를 사용하여도 무리없이 동작이 가능하다. 또한 부하로 사용되는 모터의 전력요구량도 수십 [W]에 불과하며 하루 1회의 동작만 요구된다. 실험결과를 토대로 사용상의 신뢰성 문제나 효율 문제는 크게 영향을 미치지 않을 것이다.

전체적으로 볼 때 국내 지하수 이용은 약 90만개 소이며 이 가운데 경남이 5만개소로 5%를 차지하고 있다. 그 중 간이상수도용 사용하는 곳은 전국 20만개소이다. 시장규모로 보면 2천억 규모이다. 많은 회사중에서도 간이상수도용 염소투입기를 생산하는 업체는 4개업체로서 20%이상의 시장을 획득하더라도 상당한 수익을 얻게 될 것이다. 간이 상수도용 염소투입기의 수입은 없으므로 식수사정이 어려운 중국 및 동남아 지역으로 수출도 확대 될 것이라 본다.

표 1. 부품사양  
Table 1. The part of specification

부품사양	
PIC16F84	S5688B
PIC16C74	1SS176
2SA1452	1S1588
2SA1015	1GW142
2SJ240	2SK1380
2SK982	1N4148
TA76431	2SD1276
TA7291	1N4004
TLR122	LM358
TLP521-1	SAL7024
C1815	AT22V10(LATTICE)
2SC2001	S30SC4
기타 저항 및 커패시터의 다수의 수동소자	

#### 4. 결 론

제작한 시스템은 간단하면서도 사용이 용이하다. 또한 태양광 발전시스템의 장점을 가지고 있으므로 설치장소에 구애받지 않는다. 시스템의 전력품질과 무관하므로 고장율이나 신뢰성 측면에서 큰 문제점은 없다. 아울러 염소가스로 인한 부식율을 줄일 수 있도록 외함을 설계하였으며 간단한 시스템 구성과 저가의 부품을 사용하여 비용 절감 측면에서도 양호한 시스템이다. 그러나 저가 우선적인 시스템 구성으로 인하여 주변환경의 변화와 최적제어시스템이 탑재되지 않음으로 인해 전체적인 효율은 감소할 수 밖에 없다. 고가의 시스템의 경우 이러한 요소를 추가적으로 장착하여야 할 것이다.

#### References

- [1] 이현우, "住宅用 太陽光發電의 運營方式 經濟評價", 特別講演, 1994.
- [2] "소규모 계통선 연결형 태양광 발전 시스템의 개발", 한전기술연구원, 1993.8.
- [3] 石原好之, "太陽光發電システムの評價:太陽光發電システムの運轉シミュレーション", 電氣學會全大, 1994.
- [4] 목영일, "영원한 에너지 태양" 생활과 원자력 1994.8
- [5] 岡土, 他, "太陽光發電用インベータの新しい單獨運轉檢出保護", 同上B, 114, 732(平6-7/8).
- [6] 조덕기, 최인수, "태양에너지 최적 이용을 위한 전문가 시스템 구축 및 대기환경 평가", 한국태양에너지 학회, pp. 153~162, 1999.
- [7] 최호현 외 4명, "실리콘계 태양광 및 인산형 연료전지 발전 시스템의 직류/교류 변환기 개발", 동력자원부, pp.15~25, 231~237, 1992.

이 논문은 2002년도 경남대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 씌여진 것임

#### ◇ 저자소개 ◇

##### 고강훈 (高康薰)

1970년 8월 14일생. 1997년 경남대학교 전기공학과 졸업. 2000년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 경남대학교 대학원 박사과정.

##### 이현우 (李鉉雨)

1953년 4월 28일생. 1979년 동아대학교 전기공학과 졸업. 1984년 영남대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992년 동아대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1993년 오사카공대 객원연구원, 현 경남대학교 전기전자공학부 교수.