

論文98-35S-8-14

# PV효과를 이용한 전압형 인버터 전원동기 전압 조정기에 관한연구

## (A Study on Synchronized AC Power Source Voltage Regulator of Voltage Fed Inverter using a Photovoltaic effect)

黃樂燯 \*

(LakHoon Hwang)

## 요 약

본 논문은 PWM(Pulse width Modulation)전압형 인버터를 사용하여 전원차단 경우나 전압변동 및 부하변동에 의한 출력전류 변화에도 일정한 출력전압을 유지하는 무정전 전원장치에 대해 논하였다. 본 시스템은 전압형 인버터를 교류전원과 동기시켜 운전하고 정상상태에서는 전원으로부터 운전하고 정상상태에서는 전원으로부터 직류측에 연결된 축전지를 태양전지를 이용한 광기전력효과와 함께 일정전압을 충전하며, 전원의 차단,전원의 전압변동 및 부하전류의 변화에도 일정한 전압을 유지하도록 하였다. 출력은 PWM방식에의하여 양호한 파형이 되도록하고 전원차단과 부하의 상태의 변화 및 전원 전압 변동에도 일정한 전압으로 출력됨을 실험을 통하여 확인 할 수 있었다.

## Abstract

In this paper represented uninterruptible power supply(UPS) equipment maintaining constant output voltage, using a pulse width modulation(PWM) voltage fed inverter, as power source disconnection, voltage variation and output current variation with load variation.

This system is driven by being synchronized voltage fed inverter and AC source, and in the steady state of power source charge battery connected to DC side with solar cell using a Photovoltaic (PV) that it was so called constant voltage charge.

In addition, better output waveform was generated because of PWM(pulse width Modulation) method, and it was Proved to test by experiment maintained constant output voltage regardless of AC source disconnection, load variation, and voltage variation of AC power source.

## I. 서 론

현재 주에너지원인 원유를 대신하는 새로운 에너지원의 개발 일환으로 태양광, 풍력발전, 연료전지 등의 직접 에너지 변환 방식에 대한 기술개발이 국부적으로

이용 되어 왔으나, 전력용 반도체소자의 개발과정과 함께 태양광 반도체 발전소자, 반도체 전력변환 장치에 의한 새로운 전력 발전방식이나 프로펠러를 이용하여 DC발전을 하는 풍력시스템 등이 주목되기 시작하였다.<sup>5), 18)~20)</sup> 그중에서도 Clear Energy원으로서 무진장의 태양에너지나 지역성 또는 기후에 따라 변할 수도 있지만 풍력에 의한 발전 등은 환경 오염문제, 연료보급을 필요로 하지 않는다는 등 많은 장점을 가지고 있다.

\* 正會員, 世明大學校 電氣電子工學部

(School of Electrical &amp; Electronic, Eng., Univ. of Se Myung)

接受日字: 1998年5月13日, 수정완료일: 1998年7月29日

이와 같은 태양에너지 시스템이나 풍력발전 시스템은 전력수요 증가에 추종하여 분할증강이 가능한 특징을 가지고는 있지만, 이 시스템을 각각 단독으로 연속 발전할 수 없는 결점을 갖고 있다.

태양광 발전시스템은 태양전지에서 출력되는 전력을 수용자가 안전하게 양질의 전기를 사용할 수 있도록 하는 전력변환 제어시스템이라 할 수 있다.

태양전지의 출력은 직류인데 비하여, 부하의 대부분을 교류부하이기 때문에 태양전지를 상용화하기 위해서는 직·교류 변환장치가 필수적이며, 상용계통(Utility Line)과 연계하여 운전하는 경우 단위역률을 갖는 정현파 전류 및 전압을 계통에 공급해 줄 필요가 있다. 또한 태양전지의 출력특성은 일사량에 따라 크게 영향을 받기 때문에 가능한 한 많은 에너지를 태양전지에서 얻어내기 위해서는 항상 최대출력을 추종하도록 제어해야 하며, 축전지에 저장하든가 또는 상용계통과 연계할 필요가 있다.

일반적으로 상용계통과 연계한 소규모 PV 시스템, 특히 개인 주택용 시스템에는 다음과 같은 인버터의 특성이 요구된다.

- (1) 소형 (2) 저가격 (3) 고효율 (4) 고신뢰성
- (5) 저고조파 출력 (6) 교역률
- (7) 태양전지의 최대출력 운전.

또한 PWM 변조기는 동기신호인 계통 전원전압과 형에 왜형 또는 노이즈 등의 외란 성분이 포함되어 있을 때에도 안정된 변조를 하여야 하며, 제어를 위한 동기신호와 제어신호를 마이크로 프로세서로 처리함에 있어서 샘플링시점과 캐리어파와의 사이에는 시간 차이가 존재하게 되어 그에 따른 보상법을 필요로 하게 된다.<sup>18)~110)</sup>

또한 정전에 대한 대책으로 사용되는 무정전 전원장치(UPS)<sup>1) 6) 10)</sup>의 직류측 설비는 교류전원에서 직류를 얻기 위한 정류기와 정전을 대비한 축전지 및 충전기 등으로 구성되어 있고 평시에는 인버터기 교류전원에서 정류한 직류를 공급받아 교류를 변환하여 전력을 공급하며 정전시에는 축전지에서 전력을 공급받아 동작하는 방식과 평시에 교류입력이 by-pass되어 부하에 전력을 공급하다가 정전시에 축전지에 의한 인버터 구동으로 정전을 대비하는 방식등이 있으나 이들 방식 모두 장치가 커지고 복잡한 문제를 가지고 있다. 본 논문에서는 전원과 전압형 인버터를 리액턴스에 의하여 결합하여 전압조정과 정전에 대비한 전원장치에 관

한 연구로 가변부하에 안정된 교류를 공급하였다.

전압형 인버터는 교류 전원전류가 정현파로 되는 특징을 가지고 있으며 이 장치는 교역률의 운전으로 직류 정전압을 출력하는 장치, 전력계통의 무효전력을 보상해 역률을 개선시켜 전력계통의 경제적 운용을 이르게 하는 SVC (Static Var Compensator)의 분야 등에<sup>4) 9)</sup> 응용되어 왔으나 본 연구에서는 교류입력전류가 정현파로되는 특징과 직류측에 전력을 공급하는 특성을 이용하였다. 따라서 본 시스템은, PWM방법에 의하여 직류측 전원을 방전하여 출력전압을 조정하였고, 전원정류에 의해 직류측 축전지에 태양전지의 PV 효과와 더불어 충전되며, 위상각 제어로서 축전지를 충전하는 기능을 전압형 인버터 하나만으로 구현하였다.

## II. 계통연계 전압형 인버터

### 1. 시스템 개요

#### 1) 전력변환과 고조파특성

그림 1의 전력변환장치는 PWM전압형 인버터로 구성되고 인버터의 교류전압의 위상을 제어함으로써 직류측에 충전을 하고 부하에 정전압의 전력을 공급하도록, 또한 야간·정전등에 대비한 광기전력에 의한 직류충전을 동시에 수용하므로써 전력절감의 향상을 가질 수 있다.

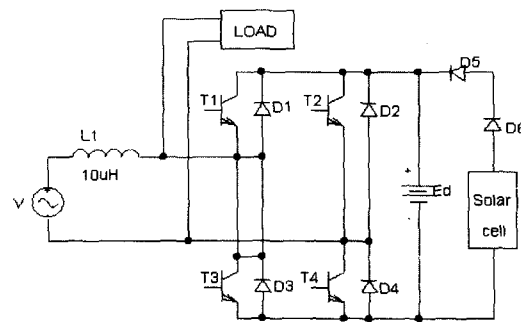


그림 1. 전력변환장치  
Fig. 1. Power Transfer System.

그림 1의 전압조정기 시스템은 두 개의 전압원(상용 교류전원 V와 인버터 교류전원e)과 접속 리액턴스  $X_L$ , Solar cell장치등으로 간략화된다.

그림 1의 회로의 등가회로를 그림 2로 표시하여 회로방정식을 세우면 다음과 같다.

$$V - e = X_L di/d\theta \tag{1}$$

전원 전류는 식(1)의 양변을 적분하여 얻는다.

$$I = 1/X_L \int (V - e) d\theta \tag{2}$$

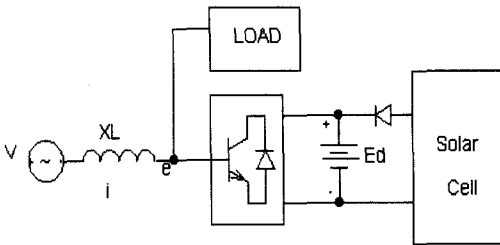


그림 2. 동기회로  
Fig. 2. Equivalent Circuit.

여기서  $V = V_p \cos \theta$ 라 하고 식 (2)의 해를 구하면

$$\begin{aligned} i &= 1/X_L \int (V_p \cos \theta - e) d\theta \\ &= V_p/X_L \sin \theta - 1/X_L \int e d\theta \end{aligned} \tag{3}$$

과 같이 되며, 여기서

$V_p/X_L \sin \theta$  : 전원 전류의 기본파 성분

$1/X_L \int e d\theta$  : 교류측 기본파 성분  
+ 나머지 고조파 성분

기본파 성분은 전원과 같은 주파수 이므로 고조파 성분은 식(3)에서 저 2항 만을 고려하면 되어 제 2항만 다시 전개하면 고조파 특성을 알수 있다.

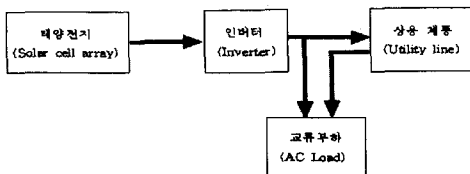


그림 3. PV시스템의 전력흐름도  
Fig. 3. Power flow diagram of PV system.

또한, 계통 연계형 인버터는 그림 3의 전력 흐름도와 같이 직류전원과 교류부하 사이의 전력을 균형있게 유지하기 위하여 상용계통을 이용하는데, 부하가 필요로 하는 전력보다 인버터의 출력이 부족할 경우,

부족한 전력은 자동적으로 상용계통에서 공급되며, 부하가 필요로 하는 전력보다 인버터의 출력이 클 경우, 그 잉여전력은 계통선상의 다른부하에 공급되기 위하여 계통선으로 공급된다.

$$\begin{aligned} 1/X_L \int e d\theta &= 1/X_L \int (e_1 + e_3 + e_5 + \dots) d\theta \\ &= 1/X_L \sum_{n=1}^{\infty} \int e(2n-1) d\theta \end{aligned} \tag{4}$$

여기에서  $e_n$ 는 전압조정기의 교류측 파형으로 PWM파형이 되고 다음으로 표현된다.

$$e_n = e_1 + e_3 + e_5 + e_7 \tag{5}$$

단,  $e_n$ 은  $n$ 차 고조파 순시값이다.

식 (5)에서 기본파를 제외한  $n$ 차 고조파 계수만을 고려할 경우

$$i_n = e_n / X_L \times 1/n \tag{6}$$

단,  $n = 3, 5, 7, 9,$

와 같이 되고  $V$ 는 전원 전압이므로 식 (5)의 기본파와 같은 주파수의 파형이다. 식(2), 식(4)의 관계에서 전원전류의 기본파 실효값은

$$I = (V - E) / X_L \tag{7}$$

이 되고  $n$ 차 고조파는 식 (6)에 의해  $1/n$ 배가 되는 특성이 있어 차수가 높아질수록 고조파 함유율이 낮아지는 것을 알 수 있다.

2) 전압조정 특성

전원과 전력변환기의 위상이  $\alpha$ 일 때 전원전력은 그림 4로부터

$$P_{ac} = VI \cos \theta = VE / X_L \sin \alpha \tag{8}$$

로 되고 직류측 전력은

$$P_{dc} = E_d I_d \tag{9}$$

로 표시할 수 있으며 그림 1 또는 그림 2에서 식 (8)과 식(9)의 차이에 해당하는 전력이 부하에 공급되므로 식 (8)과 식(9)의 관계는

$$\begin{aligned} P_{ac} &= P_L + P_{dc} \\ P_{dc} &= P_{ac} - P_L \end{aligned} \tag{10}$$

$P_L$  : 변환기와 병렬로 연결된 부하의 전력  
가 된다. 축전지는 정전압 충전이 되도록 하면 식 (9)에서  $I_d$ 는 축전지 상태에 의해서 결정된다.

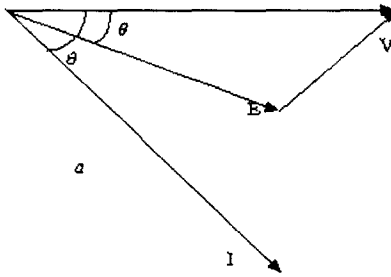


그림 4. 교류측의 전원 전압, 전류 벡터도  
Fig. 4. Vector Diagram of AC Side Power Source Voltage.

그림 5와 같은 제어회로는 축전지의 전압이 정전압으로 유지하도록 식(8)의  $\alpha$ 를 결정하여  $E_d$ 가 일정하도록 제어하므로 부하 단자전압( $E$ )이 정전압으로 되며 식(10)에 의해서 부하에 전력이 공급된다.

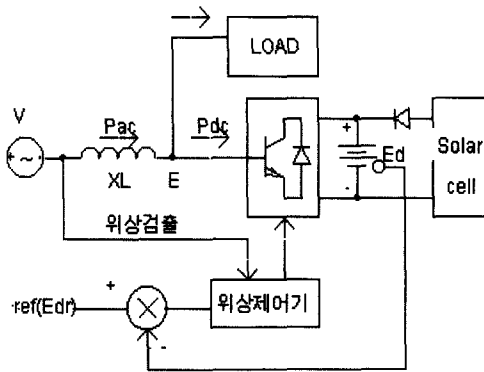


그림 5. 제어회로  
Fig. 5. Control Circuits.

3) PWM 파형의 고조파해석 및 설계

인버터 구동장치에서 고조파성분을 감소시키기 위해 고조파 제거 PWM제어법을 적용시킨 경우, 출력 전압파형은 펄스형태가 된다. 출력전압  $E(\theta)$ 는 고조파성분을 포함하고 있으며 이를 푸리에 급수 전개하면  $E(\theta)$ 는 기함수로서 일반적으로 다음 식과 같이 표현한다.

$$E(\theta) = \sum_{n=1}^{\infty} (b_n \sin n\theta) \quad (11)$$

(n = 1, 5, 7, 11)

그림 5의 파형에 대한 급수전개는 다음과 같다.

$$b_n = 4E/\pi \int_0^{\pi/2} E(\theta) \sin n\theta d\theta$$

$$= 4E/\pi \left[ \int_{\pi/6 - \alpha_2}^{\pi/6 - \alpha_1} \sin n\theta d\theta + \int_{\pi/6}^{\pi/6 + \alpha_1} \sin n\theta d\theta + \int_{\pi/6 - \alpha_2}^{\pi/2} \sin n\theta d\theta \right]$$

$$|b_1| = 4E/\pi (1 - 2 \cos \alpha_1 + 2 \cos \alpha_2)$$

$$|b_5| = 4E/5\pi (1 - 2 \cos 5\alpha_1 + 2 \cos 5\alpha_2)$$

$$|b_7| = 4E/7\pi (1 - 2 \cos 7\alpha_1 + 2 \cos 7\alpha_2) \quad (12)$$

이 파형에서 고조파 함유율이 적은 출력파형을 얻고자 제 5 및 7 고조파를 제거하려면 식 (12)의  $b_5, b_7$ 을 0으로 하면 된다.

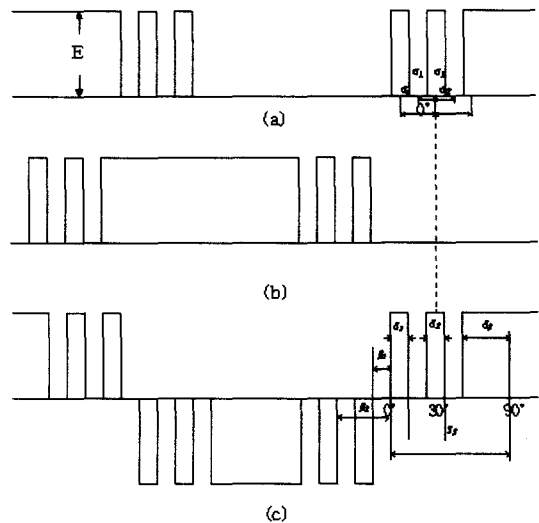


그림 6. PWM출력  
(a) IGBT T1파형 (b) IGBT T2파형 (c) 출력 파형

Fig. 6. PWM Waveforms.  
(a) IGBT T1 Waveform (b) IGBT T2 Waveform (c) Output Waveform

위의 식은 스위칭이 2개인 연립방정식으로서  $\alpha_1, \alpha_2$ 의 각을 결정한다. 전압조정은 기본파전압의 제어이므로 그림 5의 파형에서 기본파 전압을 구하면 다음 식으로 나타낸다.

$$V_1 = 4E/\pi \int_0^{\pi/2} E(\theta) \sin \theta d\theta = 4E/\pi \left[ \int_{\beta_1 - \alpha_1}^{\beta_1 + \alpha_1} \sin \theta d\theta + \int_{\beta_2 - \alpha_2}^{\beta_2 + \alpha_2} \sin \theta d\theta + \int_{\beta_3 - \alpha_3}^{\beta_3} \sin \theta d\theta \right]$$

$$4E/\pi (2 \sin \beta_1 \sin \alpha_1 + 2 \sin \beta_2 \sin \alpha_2 + 2 \sin \beta_3 \sin \alpha_3) \quad (13)$$

여기에서

$$2 \sin \beta_1 = K_1$$

$$2 \sin \beta_2 = K_2$$

$$2 \sin \beta_3 = K_3$$

라 하면 식 (13)은 식(14)로 된다.

$$V_1 = 4E/\pi (K_1 \sin \delta_1 + K_2 \sin \delta_2 + K_3 \sin \delta_3)$$

$$= 4E/\pi \sum_{n=1}^3 K_n \sin \delta_n \quad (14)$$

본 연구의 시스템에서는  $\alpha_1 = 15.25^\circ$ ,  $\alpha_2 = 23.3^\circ$  로 정하고 정격 전압의  $\pm 15\%$  범위에서 식 (14)의 펄스 폭  $\beta$ 을 고정시키면 K가 일정하게 되므로  $\sin \delta_n$ 을 가변하여 전압이 16단계로 변화하도록 설계하여 전압 조정이 되도록 하였다.

2. 전체 시스템 구성

1) 시스템 구동 특성

그림 7은 전압 조정기의 시스템으로 전원과 전압형 인버터를 리액턴스에 의하여 결합하여 전압조정과 정전에 대비한 전원장치이다. 이 시스템은 첫 번째, 위상을 제어하여 축전지를 일정전압으로 충전하는 루우프와 두 번째, 전원 차단시 전압을 검출하여 PWM인버터를 동작시키어 직류측 전원을 부하에 공급하는 루우프로 구성되어 있다.

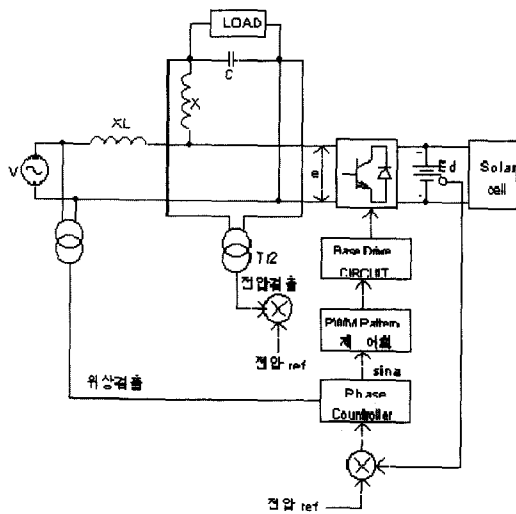


그림 7. 주회로 System  
Fig. 7. Main Circuit System.

그림 7의 제어 시스템에서 교류측 부하 출력전압은 전압 검출기에 의해서 전압을 검출하여 검출신호와 설정

전압과 비교하고 이 비교값은 PI제어기를 거친 신호를 A/D변환하여 PWM패턴 제어회로의 ROM에 있는 16패턴 펄스 데이터에 지령신호를 낸다. 이 지령신호에 의해 PWM 패턴파형 중 한 패턴을 전압형 인버터에 인가해서 출력전압을 일정하게 유지토록 한다.

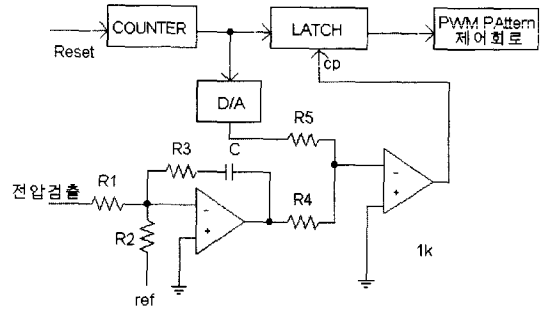


그림 8. 전압제어 System  
Fig. 8. Voltage Control System.

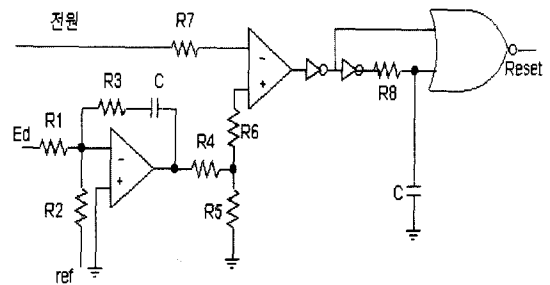


그림 9. 위상제어 System  
Fig. 9. Phase Control System.

또한 그림 9의 위상제어기는 직류측 전압을 PI 제어한 값과 사용전원의 위상을 비교하여 counter와 PWM패턴 제어회로에 reset신호를 가하므로서 인버터의 교류출력이 사용전원과 위상이 동기되게 하며 위상을 제어할 수 있게 한다.

본 시스템은 첫 번째, 상용 교류전원과 병렬로 운전되는 모드, 두 번째, 상용 교류전원 단락시 인버터 단독운전 모드의 두가지 동작 모드를 가지고 있다.

병렬 운전 모드에서는 부하출력전압은 상용전원으로부터 공급되고 그 때 인버터는 다음 기능으로 동작한다. 부하 고조파 전류를 완화 시키고 축전지를 정전압으로 유지하여 출력전압을 일정하게 한다.

상용 전원이 차단되었을 경우 병렬 운전모드에서 단독 운전모드로 변화한다. 전압형 인버터는 직류전원

(축전지)을 PWM에 의하여 교류로 변화시켜 부하에 전압을 일정하게 공급한다.

이 시스템의 장점은 OFF-LINE UPS와는 다르게 전력공급의 interruption이 없다는 것이다. 그 이유는 부하가 출력 전압이 일정하게 제어되는 전압형 인버터에 언제나 연결되어 있기 때문이다.

2) 태양전지의 출력특성

태양전지는 광기전력(PV) 효과를 이용하여 태양 에너지를 직접 전기 에너지로 변환시키는 반도체 소자로서 그 출력특성은 일사량에 따라 크게 영향을 받기 때문에 태양전지에서 최대전력을 얻기위한 동작점은 그림 10에 나타낸 것과 같이 태양전지 양단의 전압과 태양전지에서 흘러 나오는 전류의 곱이 최대가 되는점이 최대 출력점이 된다. 또한 태양전지의 단락전류  $I_{sc}$  는 일사량에 따라 비례적으로 변화하며, 개방전압  $E_{oc}$  는 거의 변화가 적다.

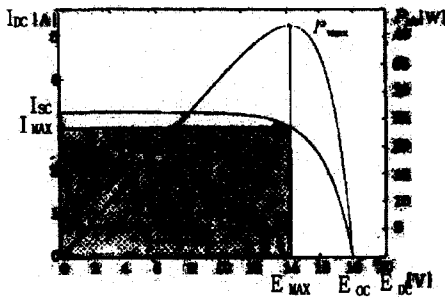


그림 10. 태양전지의 출력특성  
Fig. 10. Output Characteristics of solar cell.

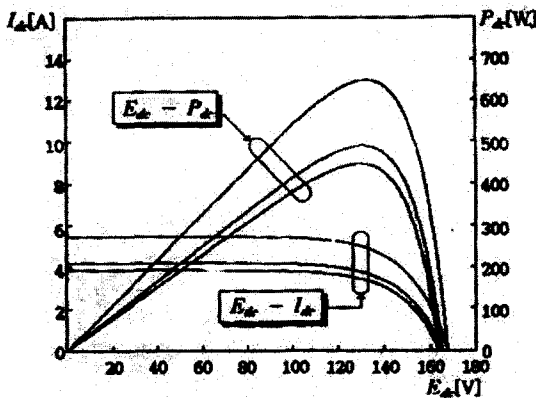


그림 11. 일사량 변화에 따른 태양전지의 출력특성  
Fig. 11. Output Characteristics by the flux of insolation.

일반적으로  $I_{sc} \gg I_0$ 이고,  $E_{max}$  값의 변동은 일사량 변화에 따라 크게 변동하지 않으므로  $I_{max}$  값은 근사적으로 단락전류  $I_{sc}$  에 비례하게 된다. 따라서 태양전지의 개방전압과 단락전류를 측정하여 데이터를 이용하여  $E_{max}$  와  $I_{max}$  를 구할 수 있다. 그림 11은 일사량 변화에 따른 태양전지의 출력특성을 나타낸다.

3) PWM파형 발생 패턴

전압형 인버터 구동시 switching 소자의 턴온 시간 및 턴오프 시간의 지연특성으로 인하여 주회로의 상하 IGBT가 동시에 점호하여 arm(암) 단락을 일으켜 IGBT가 소손될 우려가 있다. 따라서 이러한 switching 소자의 암(arm)방지를 위해서 dead time의 설정이 필요한 PWM파형 발생 패턴이 필요하게 된다. dead time발생원리를 그림 12에 나타내었고, 그림 13은 IGBT의 gate에 입력되는 PWM 신호를 나타내었다.

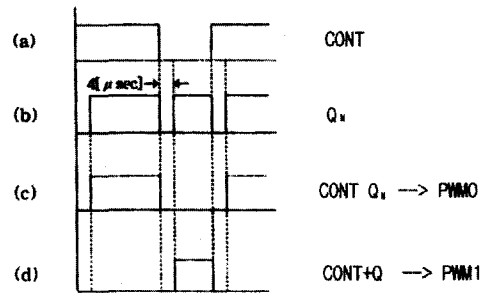


그림 12. 데드타임의 발생원리  
Fig. 12. Principle of dead time generation.

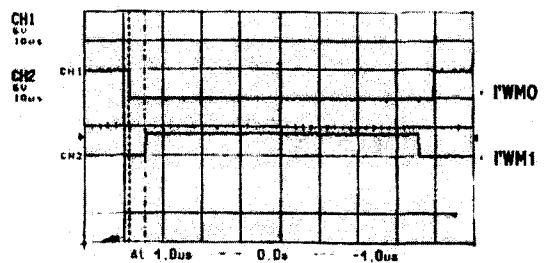


그림 13. PWM파형  
Fig. 13. PWM waveforms.

III. 실험 및 고찰

전압형 인버터를 사용한 전압조정기로서 축전지

충전 전압을 일정하게 유지하도록 하여 상용전원의 변동에 따른 전압 변동을 없게하고, 16단계의 PWM패턴 제어회로의 신호를 제어함으로써 전원 차단시 부하가변에 따른 출력전압을 일정하게 유지토록 하는 시스템이다.

이 시스템에서 사용전원  $V=220 [V]$ , 축전지  $E_d=120[V]$ ,  $I_d=2.5 [A]$ , 접속 리액턴스  $X_L=50 [mH]$ , 최대전력  $4.3 [W]$ , 개방전압  $158 [V]$ , 단락전류  $3.32 [A]$  4조를 직·병렬로 연결한 태양전지, 부하는 전등으로 실험을 하여 부하가 변동했을 경우, 사용전원의 변동과 차단시에 대해 실험을 하여 부하출력전압이 일정함을 보였다. 인버터 출력전압 및 부하 전류파형 및 계통연계 전압 및 전류파형을 그림 14와 그림 15에 나타내었다.

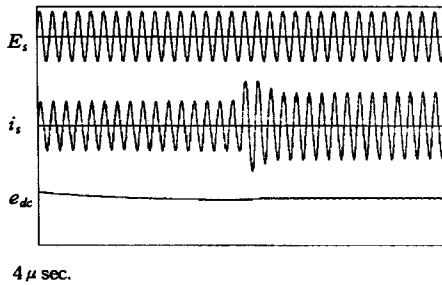


그림 14. 인버터 출력전압 파형 및 부하전류 파형  
Fig. 14. Inverter output voltage and current waveform.

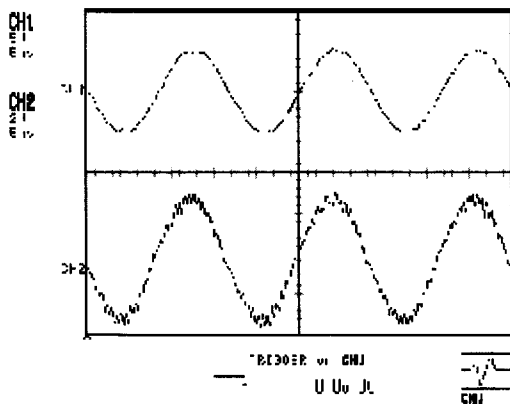


그림 15. 계통전압 파형 및 부하전류 파형  
Fig. 15. Utility line voltage and load current waveforms.

그림 16에서 교류전원을 차단하였을 경우 (a)의 범위는  $\pm 30^\circ$  로서 실험을 하였고 (b)의 파형은 AC입력 전류가 일정하게 공급되던중 차단되었다가 다시 일정

하게 공급하는 상태를 나타내고 이 때 부하 전압의 변동을 억제하기 위해 (c)의 파형에서 보는 바와 같이 전압조정기는 축전지 전류를 방전하여 (a)의 교류출력 전압이 일정하게 된다는 것을 나타내었다.

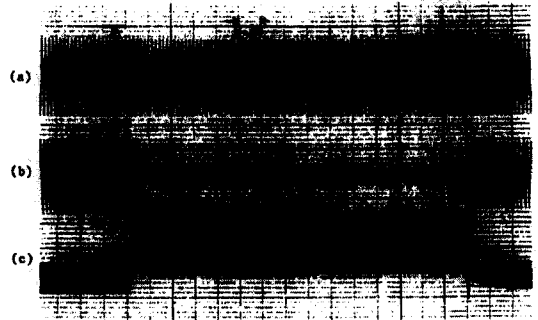


그림 16. 교류전원 차단시  
(a) 교류출력전압 (b) 교류입력전류 (c) 직류측 전류

Fig. 16. Disconnection of AC Power Source.  
(a)Output voltage.  $50 [V]/DIV$   $0.5 s/DIV$ .  
(b) AC input Current.  $2 [A]/DIV$   $0.1s/DIV$ . (c)Current of DC side.

그림 17은 부하는 일정하게 하고 입력 교류전원을 단계적으로 변화시켰을 경우에 전압형 인버터인 전압조정기는 출력전압을 일정하게 유지하고 있었다.

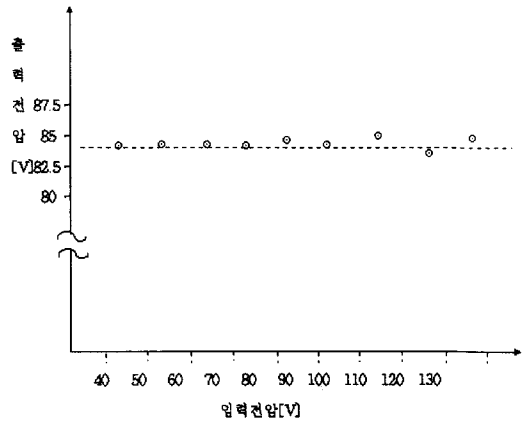


그림 17. 입력전압 변동시 출력전압 관계곡선  
Fig. 17. Relation Curve between Output Voltage and Variation Input Voltage.

그림 18은 입력 교류전원을 일정하게 하고 부하를 변동하였을 경우로서 본 실험에서는 부하를 감소시켰다. 이 경우 (b)의 교류입력 전류는  $\alpha$ 각이 변함으로

서 미소하게 증가를 하였고 전압 조정기는 (c)의 직류측 전류파형에서 보듯이 축전자를 충전하여 (a)의 출력파형이 일정하게 유지되었다.

그림 19는 입력전원을 일정하게 하고 부하를 단계적으로 변화를 시켰을 경우에 출력전압과 출력전류의 관계곡선을 나타내었다.



그림 18. 부하 변화시  
(a)출력전압 (b)교류입력전류 (c)직류측 전류

Fig. 18. Case of Sudden Load Variation.  
(a)Output Voltage 50 [V] /DIV. 0.1s/DIV. (b)AC Input Current 2 [A] /DIV. 0.1s/DIV. (c)Current of DC side 2 [A] /DIV. 0.1s/DIV.

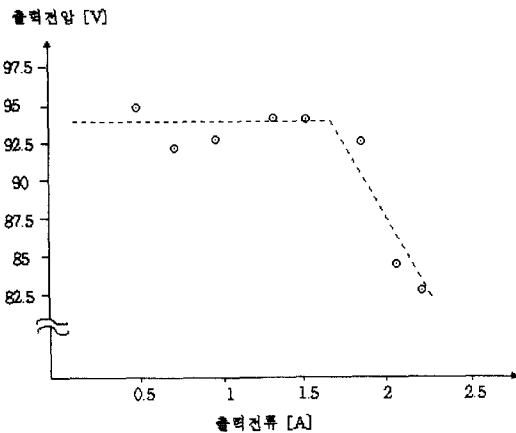


그림 19. 부하변동시 출력전압, 전류 관계곡선  
Fig. 19. Relation Curve between Output Voltage and Current at step Load Variation.

그림 20과 그림 21은 직류측 축전지에 전압이 충, 방전되는 것을 나타내었고, 그림 22는 PWM변조에 의해 출력전압을 필터하기전, 즉 전압형 인버터의

출력전압파형과 입력 교류전원과의 위상을 보였다. 그림 23은 필터후의 출력전압을 나타내었다.

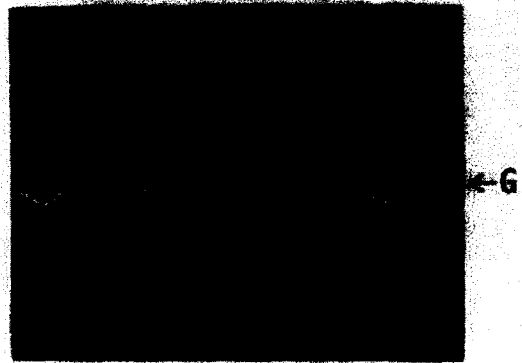


그림 20. 직류측 충전전류 2A/DIV. 2ms/DIV  
Fig. 20. Charge Current waveform of DC side.

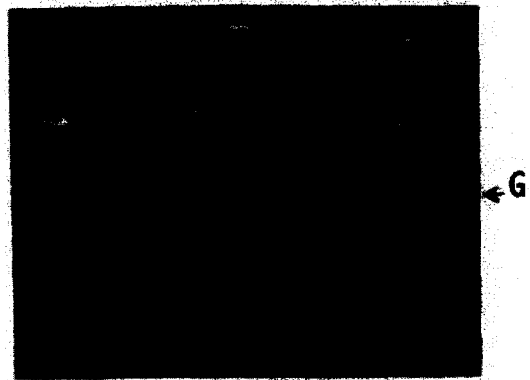


그림 21. 직류측 방전  
Fig. 21. Discharge Current of DC side.



그림 22. 입력전압파형과 전압형 인버터 출력전압 파형의 위상  $\alpha$  50V/DIV. 2ms/DIV  
Fig. 22. Phase  $\alpha$  for input Voltage waveform and output Voltage Waveforms of Voltage Source Inverter.



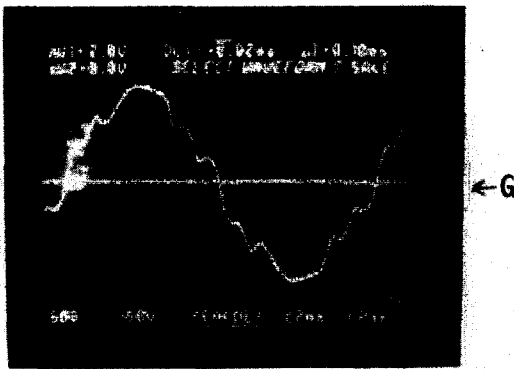


그림 23. 출력전압파형 50V/DIV. 2ms/DIV  
Fig. 23. Waveform of Output Voltage.

#### IV. 결 론

본 논문은 전압형 인버터의 PWM변조를 16단계로 변화시켜 제어하고, 상용 교류전원과 동기시켜 운전하면 전원의 차단시, 상용 교류전원의 변동과 부하 변동의 경우에 상시에는 태양전지에 의한 DC충전동 UPS로 운전될수 있는등에 대해서 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 전압형 인버터의 제어는 변환기 교류측제어 태양전지에 의한 제어가 가능하였다.
- 2) 부하변화 및 입력전원 전압변동에 대하여 출력을 정전압으로 유지시킬 수 있었다.
- 3) 전원차단 태양전지에 의한 직류전원 투입시의 과도상태가 적었다.
- 4) 실험에 있어서 교류전압 검출기의 실효값 검출 고조파를 억제하기 위한 교류전력 필터의 설계가 필요하였고, 기상조건에 따른 태양전지 변화가 심하므로 풍력을 겸비한 시스템을 앞으로의 연구과제로 제안할 수 있다.
- 5) 이러한 문제점을 해결하면 태양전지 및 풍력발전에 의한 UPS시스템으로서 응용될 수 있을 것으로 생각되며, 앞으로 풍력과 태양광을 겸비한 System을 연구과제로 제안하고자 한다.

\* 본 연구는 96년 교내 학술 연구조성비에 의해 수행되었으며 관계자 여러분께 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

- [1] B.K. Bose, "Power Electronics and AC

Drives" Prentice Hall. Ind., PP. 140~162, 1986.

- [2] N. Watanabe, K. Hayamizu "Application of Active Power Filter to UPS System" ISPE PP. 207~212. 1989.
- [3] K.H.Park "Current Status and Future Prospect of Wind Energy Conversion System in the World. 韓國動力資源研究所 PP 14-1~14-20, 1990.
- [4] Wind Energy Weekly. VOL 7, VOL 8, NO. 12, NO. 4, Denmark 1991.
- [5] Wind Energy Weekly. VOL 9, NO. 419~429, American Wind Energy Association, 1990~1991.
- [6] Wind Power Monthly News Magazine. VOL 6, VOL 7, NO. 12, NO. 4, Denmark 1990~1991.
- [7] D. F. Ancona, S. Engstrom, and W.G.Stevenson "The International Energy Agenay Wind Energy Programme" Proce of Windpower 90 Conf. Septermber, 26, 1990.
- [8] Catalogue of Danish Wind Turbines. Riso Laboratory Denmark. 1989.
- [9] L.T. Moran, P.D. Ziogas, G.Joos, "Analysis and Design of a Three-Phase synchronous Solid-State Var Compensator" IEEE Trans. Ind, VOL. 4, PP. 598~608, July/August 1989.
- [10] Y.H. Kim, M. E.hsani, "An Algebric Algorithm for Micro Computer-Based (Direct) Inverter Pulse width Modulation" IEEE Trans, Ind. VOL 1a-23, NO.4, PP. 654~660, July/August 1987.
- [11] L.H. Hwang, "The Triple Current Source Inverter System for Induction Mortor Drives" (International of Symposium Power Electronics. Japan and Korea, etc. May, 1989).
- [12] L.H. Hwang, "Method for Reducing Harmonics in Output Currents of Current Source Inverter with Top Changer." Journal of Theses of Collection Volume Mar. PP. 117~190, 1990. Chung Nam Junior Collage.
- [13] L.H.Hwang, "A study on the Reactive

- Power Compansation by Means of Phase Control for PWM Voltage Source Inverter." KIEE VOL. 39, NO. 8, PP. 836~846 Aug. 1990.
- [14] L.H.Hwang, "The Triple Current Source Inverter System for Induction Moter Drive Using a One Chip Microcomputer." KIEE. VOL 40, NO. 2, PP. 162~172 Feb. 1991.
- [15] Y. Jifuku, Y. Suzuki "New Technology of Hitach: UPS" ISPE PP. 183~189 1989.
- [16] T.Kawabata, N. Sasida, Y. Yamamoto, K. Okasawara, Y. Yamasaki, "Prallel processing Inverter System" IPEC-Tokyo, PP. 107~114, April 1990.
- [17] Rashid, "Powerelectronics Circuit Devices, and Application" Prentice Hall PP. 20~250, 1989.
- [18] 半導體 電力變換 回路. PP. 215~223, 日本 電氣 學會, 1987.
- [19] S. Martinez, M. Castro, R. Antoranz, and F. aldana, "Off-line Uninterruptible Power Supply with Zero Transfer Time Using Integrated Magnetics" IEEE Trans. Ind. VOL. 36., NO.3, PP. 441~445, Aug. 1989.
- [20] Phoivos D. Ziogas, S. Manias and P. Wiechmann, "Application of Current Source Inverter in UPS Systems" IEEE Trans. Ind. VOL. IA-20, July/August 1984.
- [21] 黃樂堦 "太陽光 發電 시스템을 위한 系統連繫型 IGBT PWM 인버터 高力率 系統 運轉", 世明 大學校 産業技術研究所 論文集 pp.17~25, Vol.3.

---

 저 자 소 개
 

---


 黃 樂 堦(正會員)

1958년 7월 4일생. 1981년 명지대학교 전기공학과 졸업. 1983년 명지대학교 전기공학과 석사과정 졸업(공학석사). 1989년 명지대학교 전기공학과 박사과정 졸업(공학박사). 1988년 3월 ~ 1991년 2월 충남 전문대학 전기과 조교수. 1991년 3월 ~ 1998년 현재 세명대학교 전기전자공학부 부교수