

태양광발전 연계 시스템에 의한 PWM 전류형 인버터에 관한 연구

황락훈, 최호규, 신양호, 이춘상, 김주래, 조상로, 조문택
(세명대학교)

A study on the PWM(pulse width modulation) current source Inverter with utility

Hwang lakhoon, Choi hoky, Sin yangho, Lee chunsang, Kim jurae, Jo sangro, Jo moontaek
(Semyung University)

Abstract - because the output of solar cell is direct, it is necessary to install D/A converter system for A.C load, and in case of driving utility line system, it is possible to drive system relation when the system supplies sinusoidal current and voltage having unit power factor.

As the characteristics of the solar cell output the is influenced by daily sunlight charge, for more electric power it is essential to control the direction toward the sun so that the driving point of solar cell can always operate near maximum output point.

PWM modulation device among electric power converters must have stable modulation at anytime when it includes noise-factors such as noise-wave and noises on electric voltage wave, a synchronous signal system.

In dealing with synchronous signal for control and control signal by microprocessor, it is necessary to compensate it because there is time difference between sample point and carrier wave.

On this papers, single phase PWM current type inverter controled the solar cell having typical voltage dropping character has optimum short current in short, reduces D.C reactance, composes controller for modulation and keeps lower harmonic and high power factor keeping maximum output of solar cell according daily sunlight charge variation

1. 서 론

환경오염이 심각한 사회문제가 되고 있는 현실에서 화력이나 원자력을 대신하는 새로운 대체에너지원으로 각광 받고 있는 태양광 발전의 태양전지는 출력이 직류인데 비하여, 대부분의 무부하는 교류부하이기 때문에 태양전지를 상용화하기 위해서는 직·교류 변환장치인 인버터가 필수적이며, 상용계통(Utility Line)과 연계하여 운전하는 경우 단위 역률을 갖는 정현파 전류 및 전압을 계통에 공급해주어야 한다.

인버터는 일반적으로 전압형과 전류형으로 나눌 수 있으며, 전류형은 직류전류를 일정하게 하기 위해서 큰 직류

리액턴스를 필요로 하는 단점이 있으나, 전류형 인버터를 이용한 태양광 발전시스템은 부하단락이나 인버터 사고시의 단락에 대한 돌입전류의 걱정이 없으며, 단락전류에 대한 안정성, 계통전압과의 연계 면에서 유리하다. 본 논문에서는 계통연계형 태양광 발전시스템을 단상 전류형 인버터로 구성하여, 계통전압과 출력전류를 검출하여 위상차를 변조하면 보상함으로써 저고조파와 고역률을 유지하도록 제어하였다. 그리고 직류측에 병렬 공진회로를 삽입함에 따라 맥동전류의 일부를 교류 전해콘덴서에 축적하여 직류전류의 맥동을 억제하므로 직류 리액턴스의 크기를 경감하였으며, 변조율을 태양전지의 최대출력점 근방에 동작하도록 제어하였다.

2. 본 론

2.1 태양광 발전시스템

2.1.1 회로의 구성

그림1은 태양광 발전시스템으로서 태양전지 어레이, 병렬공진회로, 직렬리액터, 전류형 인버터, 필터회로, 부하 및 계통으로 주회로를 구성하였다.

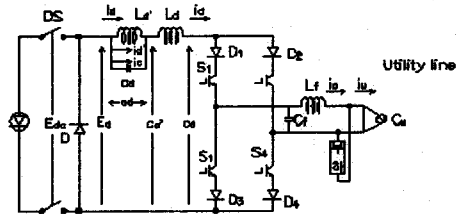


그림1. 계통연계 태양광 발전시스템

발전전력은 주로 부하에 공급되고 발전력이 부하전력에 대해 부족한 경우에는 계통전원이 부족분을 공급하고, 발전력이 부하전력보다 큰 경우에는 잉여전력을 계통전원에 공급이 가능하다.

2.1.2 출력전류와 계통의 역할 관계

계통연계를 위해서 인버터 출력전류와 계통전압간의 역할을 맞추어주기 위해 인버터 출력전류와 계통전압 zero crossing 검출하여 이 두 신호의 위상차를 가감해서 고역률을 유지하도록 하였다.

출력전류와 계통전압을 zero crossing 검출하여 이 두 신호를 마이크로프로세서의 HSI(HIGH SPEED INPUT)에 입력하여 위상의 차를 빠르게 계산하여 이를 변조지연 보상에 입력하여 부하전류와 계통전압이 고

역율을 유지하도록 제어하였다. 그림2는 시스템제어기 구성이다.

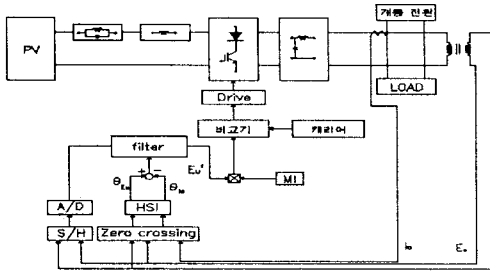


그림2. 시스템제어기 구성

비교기는 전원전압 E_u 를 A/D 변환하면 변조시 δ 만 큼의 지연각이 생기므로 저역통과필터를 사용하여 변조 지연에 따른 보상을 하게되며, 전원전압에 외란 성분이 포함되어 있을 때에도 안정된 변조를 하게된다. 계통전압과 인버터 출력전류를 zero crossing 검출하여 두 신호의 위상차를 계산하여 변조지연되는 위상차에 가감하므로써 고역률을 유지하였다.

2.2 실험 및 고찰

본 논문에서는 태양광 발전 시스템과 단상PWM 전류형 인버터로 구성하고 병렬공진 회로를 삽입하여 직류리액터의 크기를 감소시키는 알고리즘에 대해 시뮬레이션과 함께 실험을 하였다.

태양전지 모듈은 최대출력전력 43(W), 개방전압 18(V), 단락전류 3(A)이며, 6개 직렬로 연결된 태양전지 어레이를 사용하였다. 계통전압과 출력전류를 고역률로 유지하기 위해서 PWM 신호를 발생할 때까지 생기는 지연시간을 계통전압을 A/D 변환하여 filter와 위상 shifter를 사용하여 보상하고, 계통전압과 출력전류를 검출하여 위상차를 가감함으로써 고역률을 유지하도록 하였고, 병렬공진회로를 사용함으로써 직류 리액터의 크기를 감소시킬 수 있었고, 스위칭 주파수는 4(KHz)로 하였다. 그림3은 병렬공진회로를 삽입했을 때의 파형으로 계통전압 E_u 와 인버터 출력전류가 동상임을 보여 주고 있다.

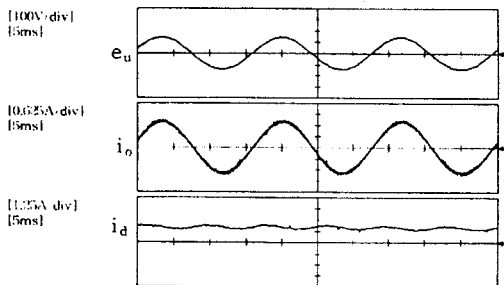


그림3. 병렬공진회로를 삽입했을때의 파형

또한 그림4는 계통과 연계했을 때 부하에서 요구되는 전류가 인버터 출력전류 보다 작을 경우에 인버터 출력전류 i_o 가 부하에 부하전류 i_L 를 공급하고 그리고 잉여 전류 i_u 를 계통에 공급하는 파형을 나타낸다.

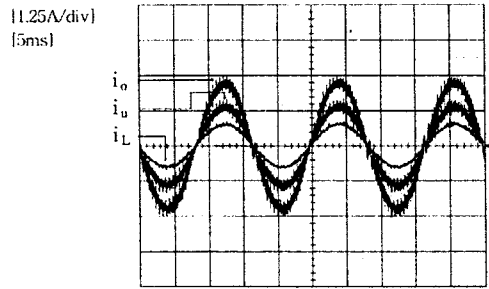


그림4. 계통연계시 출력전류 파형

3. 결 론

본 연구에서 직류 전압원으로 태양전지를 사용한 단상 PWM 전류형 인버터를 구성하여 사용계통과 연계 운전한 경우에 제안된 제어기를 통해 실험 및 시뮬레이션을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 필터 및 위상 shifter를 이용하여 동기신호인 계통 전압전압에 외란 성분이 포함되어 있을 때에도 안정된 기준파를 발생할 수 있도록 하였다.
- (2) 변조지연 보상기법을 구현하여 인버터 출력전류의 고조파분을 제거하므로써 정현파에 가깝게 제어하였다.
- (3) 태양전지의 실제 전압과 전류를 측정하여 계산되어진 최적동작전압을 직류전압 기준치로 설정하여 태양전지가 항상 최대출력점 근방에서 동작되도록 하였다.
- (4) 계통전압과 인버터 출력전류를 검출하여 위상차를 보상하여 운전하므로써 고역률 제어를 행하였다.
- (5) 병렬공진 회로를 삽입함으로써 직류 리액터의 크기를 감소시킬 수 있었다.

향후 과제로는 제어연산에 소요되는 시간들을 줄이기 위하여 고속 연산 능력이 뛰어난 DSP의 사용이 요구되며, 태양전지의 최대출력제어에 관한 보다 정밀한 제어 기법 개발이 이루어져야 할 것으로 사려된다.

(참 고 문 헌)

- [1]堀米 孝, "太陽光發電の期待", 日本電氣學會誌, Vol. 112, No. 12, 1992
- [2]大野 降彦, "太陽光發電技術の歩み", 日本電氣學會誌, Vol. 112, No. 12, 1992
- [3] Sakutaro Nonaka, "A Suitable Single-phase PWM Current Source Inverter for Utility Interactive Photovoltaic Generation System," JIEE, Vol. 114, No. 6, pp. 631-637, 1994.

[4] Sakutaro Nonaka, " A Novel Single-phase Sinusoidal PWM Voltage Source Inverter and its Application for Residential Photovoltaic Power Generation System, " JIEE Vol. 115, No. 2, pp.115-118, 1995

[5]根葉 保彦, 東 眞喜夫, 作太郎, "系統連系太陽光発電 システムの最大出力点追従制御",平成7年日本電気學會全國大會 講演論文集, No.753, pp. 124, 1995.3.

[6]大西徳生, 古橋昌也, "太陽光発電 システム用多機能PWM インバータ," 日本電気學會論文集(D), Vol. 115, No. 8, pp. 969-977, 1995

[7] D.M. Bord and D.W. Novotny, "Current Control of VSI PWM Inverters," IEEE Trans. on ind. Appl., Vol. IA-21, NO. 4, pp. 769-775, 1984.

[8] G. Franzo, M. Mazzucchelli, L. Puglisi, and G. Sciutto, " Analysis of PWM Techniques using Uniform Sampling in Variable-speed Electrical Drives with Large Speed Range," in conf. Record of IEEE-IAS Annual Meeting, pp. 568-575, 1984.

[9] 한전 기술연구원, "소규모 계통선 연결형 태양광발전 시스템개발," KRC-89G-J08, 1992.8. pp.149-151.

[10] S.Nonaka, K.Kesamaru, K.Yamasaki, et al, "Interconnection System with Sinusoidal Output PWM Current Source Inverter between Photovoltaic Arrays and the Utility Line," IPEC-Tokyo, pp.144-151, 1990.

[11] S.Nonaka, K.Kesamaru, K.Yamasaki & M. Nishi: "Interconnect-ion System with Single Phase IGBT PWM CSI between Photo-voltaic Arrays and The Utility Line". Conf. Rec. of IEEE/IAS Annual Meeting, Seattle Washington, p. 1302(Oct. 1990)