

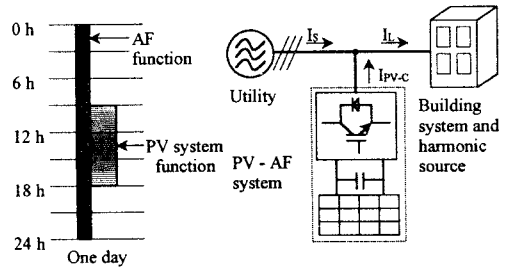
액티브필터 기능을 가진 태양광발전시스템(PV-AF 시스템)의 MPPT제어법에 따른 출력특성비교

박민원*, 김봉태**, 이재득*, 성기철***, 유인근**
 *오사카대학, **창원대학교, ***한국전기연구원

Comparison of the operational characteristics of the PV-AF system according to the various MPPT controls

Minwon Park*, Bong-Tae Kim**, Jae-Deuk Lee**, Ki-Chul Seong***, In-Keun Yu**
 *Osaka University, **Changwon National University, ***KERI

Abstract - So far, because the photovoltaics power generation system can be treated to a harmonics source for the power distribution systems, the PV system combined the function of AF systems as well as the AF systems using the PV module as the power source have never been reported. However, authors have recently proposed a novel concept of the photovoltaics power generation system adding the function of the active filter (PV-AF system). In this paper, in order to confirm the operational characteristics of the PV-AF system, various MPPT controls are applied and analyzed.



a) Operation plan (b) PV-AF system
 그림 1 PV-AF시스템의 개념도 및 운영방침

1. 서 론

최근 가전기기, OA기기, 및 산업용기기의 반도체전류 발생량의 증가하여, 이것이 전력계통에 유입되어 전력계통 전압파형의 찌그러짐을 발생하게 한다. 여기서, 전력계통측에서 본 고조파전류를 많이 발생시키는 특정수용가의 고조파전류를 분석한 결과, 빌딩으로 부터의 전류가 가장 많은 고조파전류를 포함하고 있는 것으로 보고되고 있다[1]. 한편, 전력시장의 자유화, 환경을 고려한 전력공급차원에서 분산형전원시스템의 도입이 적극적으로 권유되고 있다. 그러나, 분산형전원시스템으로서 가장 많이 보급되고 있는 태양광발전시스템의 경우, 운전조건이 기상조건에 직접적인 영향을 받는 관계로 전계변환장치등을 포함한 시스템의 이용율이 매우 낮다고 할 수 있다.

여기에 저자들은 태양광발전시스템에 새롭게 능동필터기능을 첨가하는 시스템방식(이하, PV-AF 시스템)을 제안하였다. 지금까지, 태양광발전시스템은 배전선상에서 볼 때, 고조파원으로 취급됨으로 인해 능동필터기능의 추가는 언급되지 않았었다. 그러나, 기본적인 동작의 원리상에서 충분히 가능함을 제시하였고, 본 논문에서는 과도현상해석을 통해 다양한 MPPT제어법에 따른 PV-AF시스템의 출력특성을 비교해 보았다. 비교된 MPPT제어법으로는 가장 일반화된 전력비교방식과 안정도가 뛰어난 일정전압제어방식이 비교되었다. 그림1은 제한한 PV-AF시스템의 개념도 및 운영방침을 나타낸 것이다. 그림1과 같이 능동필터기능을 24시간 추가하는 것으로 인해, 장치의 이용율의 향상뿐만 아니라, 야간, 배전계통의 선로상에서 일어나는 비선형성과의 相乘효과에 의한 고조파광대현상[2]의 부하측으로서의 하나의 개선방법이 되리라고 생각한다.

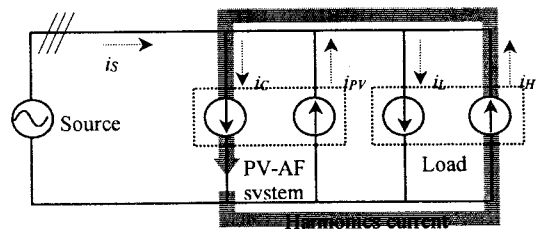


그림 2 PV-AF시스템의 고조파전류보상개념도

2. PV-AF시스템의 제어방법

그림2는 PV-AF시스템의 전류흐름도를 나타내었다. 고조파보상전류원(ic)이 병렬로 연결되어 부하에서의 고조파전류(iH)를 보상한다. 태양전지로 부터의 출력전류(ipv)는 모선의 유효전력성분이 된다. 본논문에서는 보상전류지령의 산출법으로서 가장 일반화되어 있는 3상/2상변환에 의한 순시치연산[3]을 이용하였다. 그것으로 인한 보상전류의 지령치는 식(1)과 같다. 식(1)에 나타난 것과 같이 PV-AF시스템은 기존의 보상전류지령값 연산식의 순시유효전력값에 태양전지의 출력전력을 포함한 형태로 되어있다.

$$\begin{bmatrix} i_{ca}^* \\ i_{cb}^* \end{bmatrix} = \frac{1}{v_a^2 + v_b^2} \begin{bmatrix} v_a & -v_b \\ v_b & v_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_c^* - p_{pv} \\ q_c^* \end{bmatrix} \quad (1)$$

태양전지의 최대전력추종제어(MPPT)를 포함한 PV-AF시스템의 제어알고리즘은 그림3에 나타난 것과 같다. 그림3에 나타난 MPPT제어법은 높은 안정성과 효율을 가진 기준전압제어방식이다.[4]

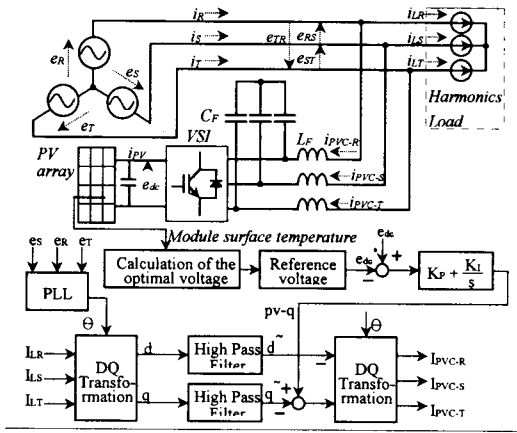


그림 3 PV-AC시스템의 제어방법 및 알고리즘

3. 시뮬레이션 해석

PV-AC시스템의 동작을 확인하기 위하여, 시뮬레이션 해석을 실행하였다. 시뮬레이션방법은 실제의 기상조건을 이용한 태양광발전시스템의 시뮬레이션방법을 이용하였다[5].

시뮬레이션 해석에서 사용된 실제기상조건은 그림4에 나타난 조건과 같다.

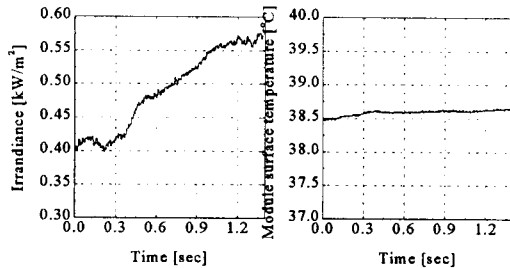


그림 4 시뮬레이션에 사용된 실제기상조건

시뮬레이션조건정수는 표1에 나타난 것과 같다.

표 1 시뮬레이션조건과 고조파 부하전류조건

PVarray	Rated power	5kW	Rated voltage	370V
Utility	Rated voltage	100V	Frequency	60Hz
Load Harmonics	5th and 7th			
Simulation time	1.0 sec			
Simulation sampling time	1.0 μsec			
Simulator	PSCAD/EMTDC			

그림5는 5고조파와 7고조파를 포함한 3상부하전류파형을 나타낸 부하전류조건 그림이다. 시뮬레이션은 1초간 그림4의 실제기상조건을 이용하여 수행되었으며, 기준전압제어에 의한 시뮬레이션과 전력비교제어에 의한 시뮬레이션으로 두 번 수행되었다.

그림6은 기준전압제어와 전력비교제어방식에 의한 태양전지 출력전압 파형을 비교한 결과이다. 예상과 같이 전력비교제어에 의한 결과값은 기준전압제어에 의한 결과값 보다 많은 전압의 변동폭을 가지는 것을 알 수 있다.

그림7은 기준전압제어와 전력비교제어방식에 의한 태양전지의 출력전력 파형을 비교한 결과이다. 두 제어법에 의한 태양전지의 출력값은 거의 동일한 출력값을 얻을 수 있었다.

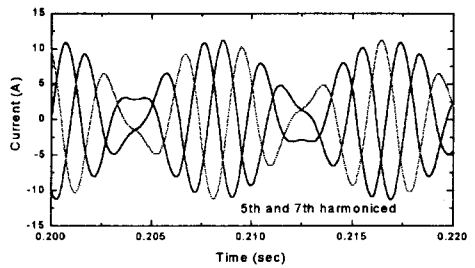


그림 5 5고조파와 7고조파를 포함한 3상부하전류파형

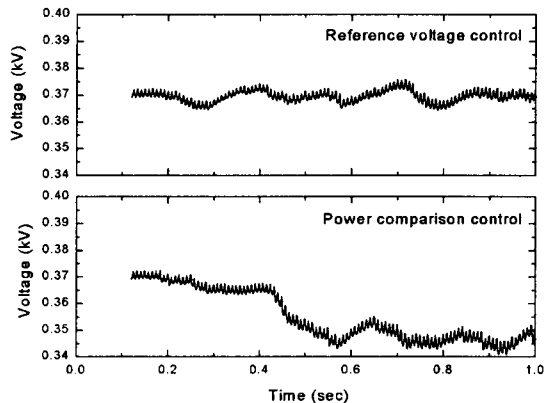


그림 6 기준전압제어와 전력비교제어방식에 의한 태양전지 출력전압 파형의 비교

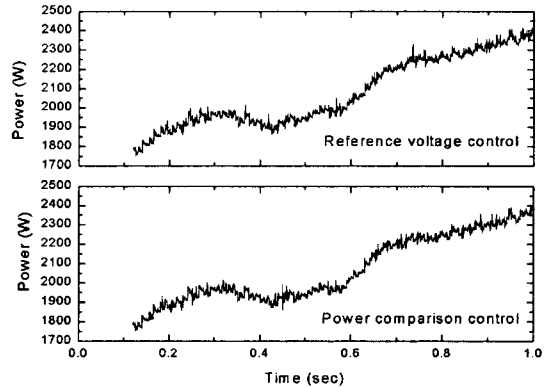


그림 7 기준전압제어와 전력비교제어방식에 의한 태양전지 출력전력 파형의 비교

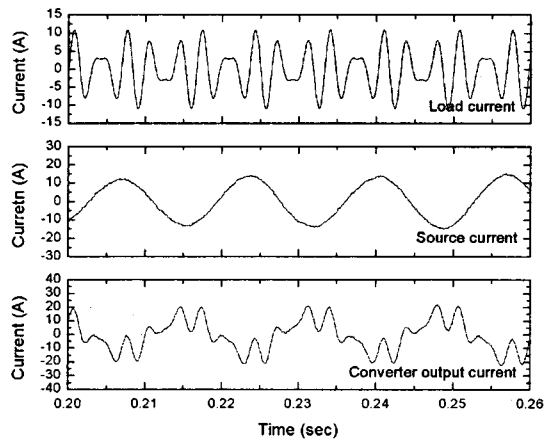


그림 8 PV-AC 시스템에 의한 전력변환기의 출력전류파형과 그에 따른 계통전류파형

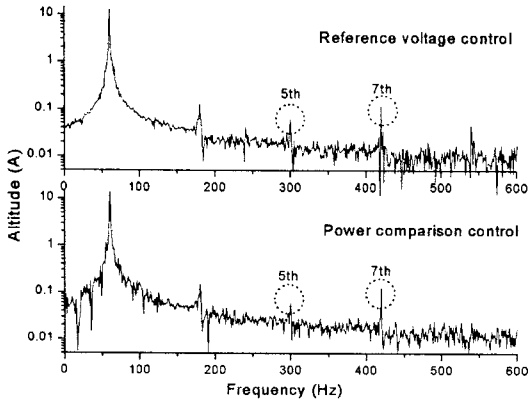


그림 9 PV-AF 시스템에 의한 전원전류 주파수특성

그림 8은 PV-AF시스템에 의한 전력변환기의 출력전류 파형과 그에 따른 계통전류파형을 나타낸 그림이다. 기준전압제어와 전력비교방식에 의한 출력전류파형은 상용 주파수 샘플링시간의 파형은 같은 형태의 출력값을 나타낼 수 있었다. 그림9는 각 방식에 의한 FFT의 결과를 나타낸 그림이다. 본 그림에서와 같이 고조파전류 감쇠정도는 동일한 특성을 나타낼 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 PV-AF 시스템에서 태양전지의 최대출력 제어에 따른 출력값의 차이를 확인해 보았다. 전력변환 장치의 출력전류의 고조파보상정도는 동일한 값을 나타내었고, 단 전력비교방식은 태양전지의 출력전압이 진동함을 시뮬레이션을 통해 확인 할 수 있었다.

(참 고 문 헌)

- [1] 「電力用アクティブフィルタ技術」,「電學技術報告(II部)」No.425
- [2] 奥, 中村, 村上: 「配電系統高調波の測定解析と高調波擴大現象の抑制手法」, 電學論B, 114, No. 3, pp.234-241, 1994
- [3] 赤木, 金澤, 藤田, 難波江: 「瞬時無効電力の一般化理論とその應用」, 電學論B, 103, No. 7, pp.483-490, 1981
- [4] 朴, 道平, 舟木, 河崎, 松浦: 「2次側位相シフトPWM制御DC-ACコンバータを用いた新しい太陽光發電最大電力制御方式」, SPC-98-101, IEA-98-46, pp57-62, 1998
- [5] 朴, 松浦, 山下, 道平: 「實天候條件を用いた太陽光發電システムの新しいシミュレーション方法およびその應用例」, 電學論B, 121, No. 11, 2001