

태양광발전용 마이크로인버터 특성 분석

민준기, 팽성일, 최운성
다스텍 기술연구소

A Comparative Analysis on the Output Characteristic of Photovoltaic Micro Inverters

Joon ki Min, Seongil Paeng, Wun sung Choi
DASSTECH R&D Center

ABSTRACT

태양광발전 시스템에서 PV 모듈 스트링에서 발생하는 손실을 저감할 수 있어 태양광 발전시스템의 발전효율을 향상시킬 수 있는 태양광발전용 마이크로인버터 (MIC: Module Integrated Converter)들의 출력특성을 시험하고 그 결과를 비교분석하여 마이크로인버터 설계에 있어 필요 요소들을 도출한다.

1. 서론

2012년 태양광 인버터 시장은 태양광 모듈의 과잉 공급 인한 가격 경쟁 심화 및 유럽경제위기 등의 영향으로 발전차액제도의 폐지 및 보조금의 감소로 인한 가격, 효율 및 전력밀도에 대한 경쟁이 심화되면서 고효율, 저가격에 대한 요구가 심화되고 있다. 태양광발전용 MIC의 시장은 미국이 주도하고 있으며, 미국에서 사용중인 여러 태양광발전용 MIC의 성능을 비교 분석하여 MIC 설계를 위한 성능 요소들을 도출한다.^[1]

2. MIC 인버터

1.1 MIC 내부 및 입력/출력 사양

미국 시장에서 사용중인 3개사의 MIC의 정격 사양을 비교하여 표1에서 나타내고 내부는 그림1에서 나타낸다.

표 1 MIC 입력/출력 사양

Table 1 Input and Output Specification of MIC

| | A사 | B사 | C사 |
|-----------------|-----|-----|-----|
| input Vmp[V] | 40 | 30 | 30 |
| input Pmax[W] | 330 | 215 | 450 |
| Grid Vtg.[Vac] | 240 | 240 | 240 |
| Grid. Freq.[Hz] | 60 | 60 | 60 |

A사 MIC의 경우 스위칭 소자 규격을 TO 220을 이용하여 외함에 부착하여 방열이 되도록 설계하였고, B사와 C사의 MIC는 D²PAK을 이용하여 후면에서 방열 되도록 하였고, B사는 내부 폴딩을 사용하였다. A사의 경우 스위칭소자를 병렬로 사용하여 스위칭 손실 및 도전 손실을 줄이는 구조를 가지고 있으며, B, C사의 경우 SiC 다이오드를 적용하여 승압에서 발생하는 스위칭 손실을 줄이는 구조를 가지고 있으며, C사의 경우는 신뢰성 향상을 위해 전해캐패시터 대신 필름 캐패시터를 적용하였다.

1.2 MIC 동작 시험

MIC의 동작 특성을 파악하기 위해 일사량을 구간별로 가변하여 출력 특성 파악을 위해 100% 일사량조건에서 출력 전압 전류 파형을 그림2에 나타내고 그림 3~5에서는 일사량 가변 조건에서의 변환효율, 전류 THD 및 MPPT 효율을 그래프로 나타내었다.



(a) A사

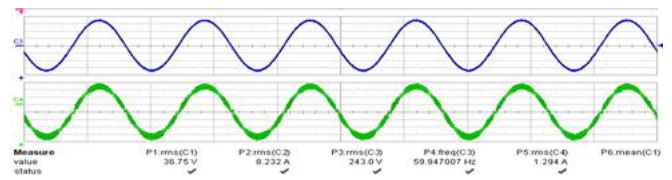


(b) B사

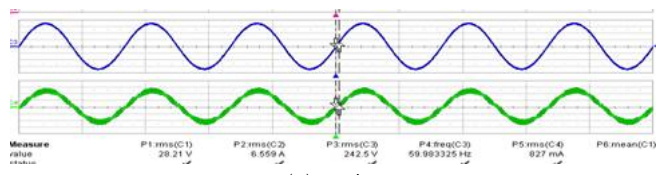
(c) C사

그림 1 MIC 내부

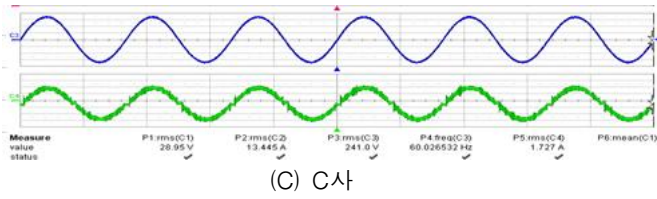
Fig. 1 Inside of MIC



(a) A사



(b) B사



(C) C사
 그림 2 100% 일사량에서의 전압 전류 파형
 Fig. 2 Voltage and Current Waveform of 100% Irradiation

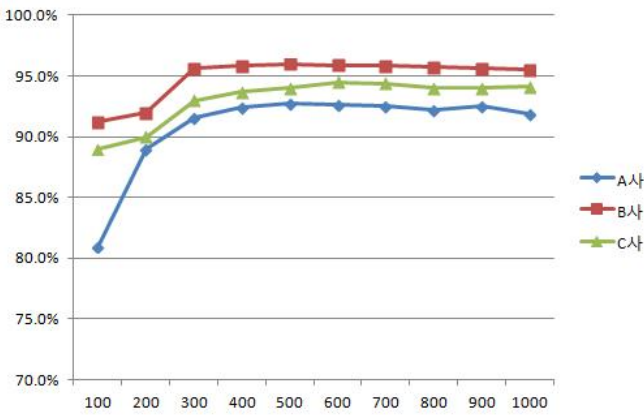


그림 3 일사량 조건에서 변환효율 변화
 Fig. 3 Conversion Efficiency Change at input irradiance conditions

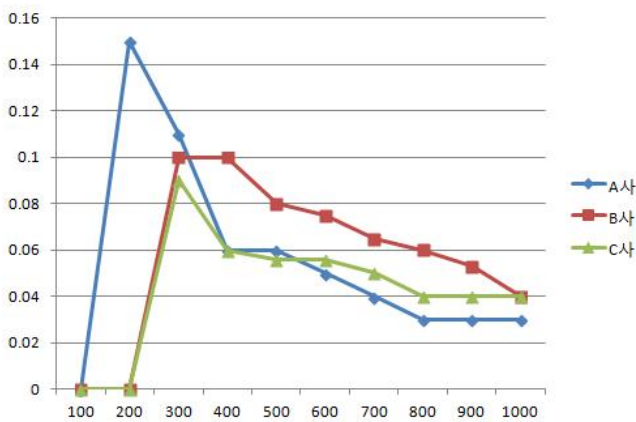


그림 4 일사량 조건에서 출력전류 THD 변화
 Fig. 4 Output Current THD Change at input irradiance conditions

그림 2는 100% 일사량 조건에서 A사, B사 및 C사의 출력전압 및 전류를 나타낸다. 100% 일사량조건에서는 각사의 출력 전압 및 전류는 큰 차이가 없었다. 하지만 저일사량 조건에서 B사 제품은 일사량 조건에서 대해 전해 캐패시터에 충전하여 여러주기마다 한주기씩 출력을 내보내는 특성을 가지고 있다.

그림 3은 일사량 조건에 따른 MIC의 전력변환 효율을 나타내고 있다. B사가 가장 좋은 특성을 나타내었으며 이것은 Unfolding PWM과 저일사량에서 입력 충전량에 따라 출력주기가 변동되는 전류 제어 방법에 따른 것으로 보인다.

그림 4는 일사량조건에 따른 MIC의 출력전류 THD의

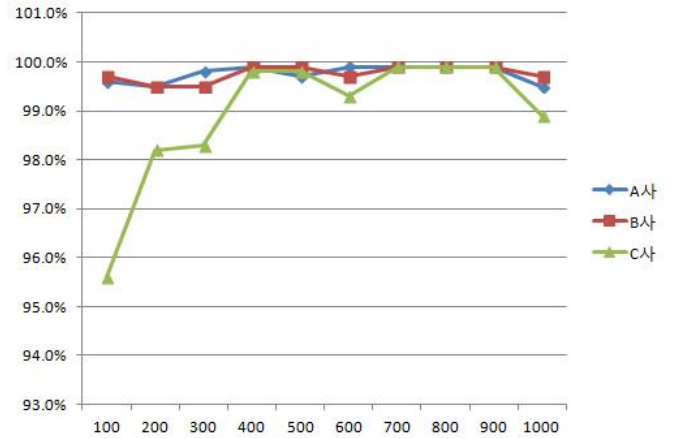


그림 5 일사량 조건에서 MPPT 효율 변화
 Fig. 5 MPPT Efficiency Change at input irradiance conditions

변화를 보인다. 40%일사량 이상에서 B사의 특성보다 A사와 C사의 THD가 낮은 것은 Full bridge 방식에서 스위칭 주파수가 B사보다 높기 때문에 출력전류 THD가 낮은 것이 아닐까 예상된다.

그림 5는 일사량조건에서 MPPT 효율을 보인다. MPPT 효율을 측정하기 위해 AMETEK의 리니어방식 PV 전력 시뮬레이터를 사용하였다. A사와 B사의 MIC는 전영역에서 고른 MPPT 효율을 보인 반면, C사의 MIC는 저일사량 영역에서 95%이상의 MPPT 효율을 보였지만, 타사 MIC에 비해 상대적으로 낮은 MPPT 효율을 보였다.

3. 결론

미국 시장에서 사용되고 있는 3개사 MIC의 동작 성능을 검토하였다. 새로운 MIC를 개발하기 위한 성능 요소를 도출하기 위해 일사량변화에 따른 전력변환효율, 출력전류 THD 및 MPPT 효율을 검토하였다. 제품의 경쟁력을 가지기 위해서는 전력변환 효율을 30% 일사량 이상에서 95%의 효율을 달성하여야 하며, 출력전류 THD는 정격에서 5%이하는 물론 전 영역에서 10%를 넘지 말아야 할 것으로 보이며, MPPT 효율 또한 전 영역에서 99% 이상이 되어야 할 것이다.

본 연구는 2012년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술연구원 (KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (20123010010060)

참고 문헌

[1] Min ho Heo, Tae won Lee, Don sik Kim, Dong sung Oh, Sung jun Park, Chung yeon Won, "태양광 인버터 개발 동향", 2012년 전력전자학술대회 논문집, pp. 283-284, 2012.7.
 [2] 소정훈, 정영석, 유병규, 강기환, 유권중, 최주엽, "PV시스템 최적화를 위한 손실요인 분석", 전력전자학회논문지, 제11권 제1호 pp. 22-29, 2006.2.