

1kW 연료전지 시스템 전력변환장치 효율 특성

민준기, 금만희
(주)다스텍 기술연구소

Efficiency Characteristics of 1kW Fuelcell Power Converter

Joonki Min, Manhee Kum
DASSTECH R&D Center

ABSTRACT

1kW급 건물용 연료전지 시스템에서 사용되는 전력변환장치는 3가지 특징을 가지고 있다. 첫번째는 상대적으로 낮은 전압을 승압해서 사용해야한다는 점, 두번째는 입력 스위칭 전류 리플율이 5% 미만이어야 한다는 점 그리고 마지막으로 계통연계 기능이 있어야 한다는 특징을 가지고 있다. 본 논문에서 이러한 특징과 더불어 개발중인 전력변환장치의 동작 전영역의 효율 특성에 대해 분석한다.

1. 서론

현재 중국, 인도 등 개발도상국가 경제의 급성장으로 인해 석유 등 화석연료의 소비가 급증하고 있을 뿐만 아니라, 가까운 미래에 화석연료의 고갈이 예상됨에 따라 각국은 오일샌드 및 가스 하이드레이트 등 다양한 대안을 모색하고 있다. 그러나 자원량이 풍부하고 변환이 용이하며 효율이 높은 수소에너지로의 전환이 우선적 대안으로 대두되고 있으며, 저유가 시대가 마감되고 고유가 시대가 지속될 것으로 예상됨에 따라 이러한 수소를 기반으로 하는 새로운 에너지원에 대한 수요가 더욱 증가하고 있다.

연료전지는 이러한 수소를 연료로 사용하여 기존의 발전시스템에 비해 높은 효율을 가지며 배출가스로 인한 대기 오염도 획기적으로 줄일 수 있기 때문에 지속가능한 미래 에너지 시스템 구축의 핵심을 이룰 것으로 예상되고 있다.

1kW급 건물용 고분자 연료전지 시스템은 스택, 연료전지 시스템, 블러워 및 밸브 등의 BOP, 전력변환장치 그리고 온수 저장기 등으로 구성된다.

연료전지 시스템의 비용 저감을 위해 스택의 표면적을 늘이고 적층수를 줄이는 방향으로 연구가 진행되고 있으며 이는 스택의 직류 출력이 저전압, 고전류 형태로 바뀌게 되는 것을 의미하며 이에 따라 계통연계를 위해 더 큰 승압이 요구되어지고 있다. 전력변환장치의 효율은 승압비가 높아지면서 낮아지는 경향이 있으므로 효율문제를 해결하기위해 공진형 DC/DC 변환이 요구되고 있다.^[1]

본 논문은 당사에게 제작한 1kW급 연료전지 전력변환장치의 성능 및 효율을 측정하고 분석하였다.

2. 전력변환장치 사양

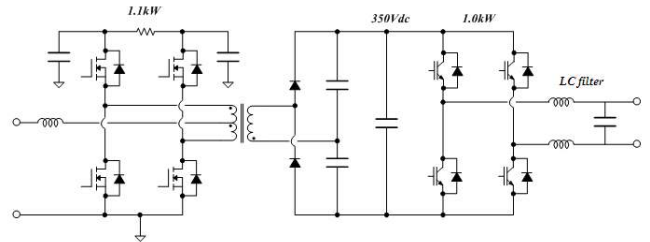


그림 1 전력변환장치 회로도
Fig. 1 Power Converter Circuit

표 1 전력변환장치의 전기적 사양
Table 1 Electric Specification of Fuelcell Power Converter

냉각 방식	강제 공냉
주회로 방식	DC/DC 컨버터 + 전압형 PWM 인버터
절연 방식	고주파 절연
전력제어방식	통신 지령 방식
입력전압 범위	24~50 Vdc
출력제어방식	전류 제어
상수	단상 2선식
전압	220Vac
전압 변동범위	± 13V
주파수	60Hz
출력 용량	1kW
최대 효율	93.8% 이상
출력단 역률	0.99
고주파 왜형률	5% 미만
보호기능	입력 저전압, 내부 과전류/과전압, 과열, 계통 과/저 전압, 계통 과/저 주파수, 출력 과전류

2. 제작된 전력변환장치 및 동작 파형



그림 2 연료전지용 전력변환장치 내부
Fig 2. Inside of Fuelcell Power Converter

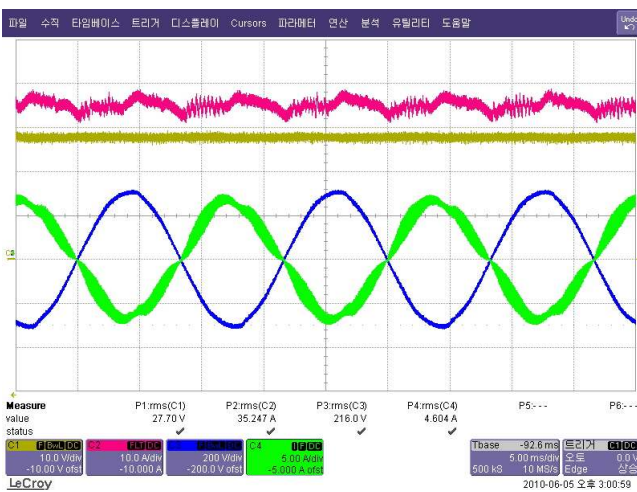


그림 3 1kW 발전시 입력 전압(황색) 전류(적색) 및 출력 전압(청색) 전류(녹색) 파형
Fig. 3 Input Voltage(yellow), Current(red), Output Voltage(blue) and Current(green) Waveforms with 1kW Generation

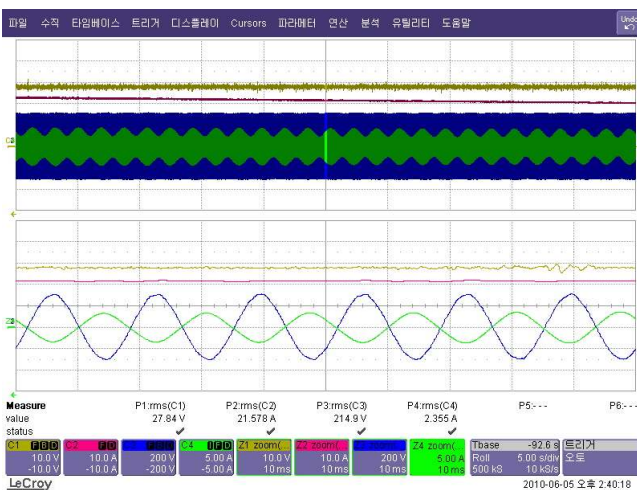


그림 4 500W 발전시 입력 전압(황색) 전류(적색) 및 출력 전압(청색) 전류(녹색) 파형

Fig. 4 Input Voltage(yellow), Current(red), Output Voltage(blue) and Current(green) Waveforms with 500W Generation

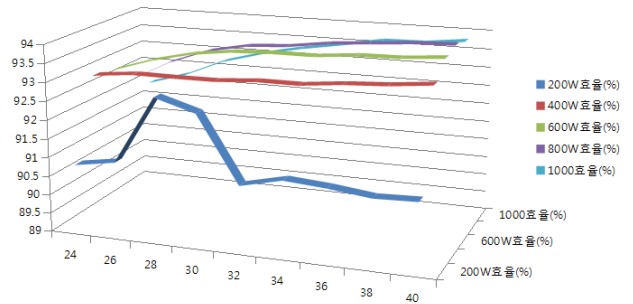


그림 5. 각 조건별 효율 곡선
Fig. 5 Efficiency Curves with Each Condition.

그림 1은 전력변환장치의 회로도를 나타내고 있다. DC/DC 컨버터는 공진형 스위칭이 가능하도록 액티브 클램프 방식을 채용하였으며, 출력측에는 voltage doubler를 채용하여 손실을 최소화 하도록 하였다. 이에대한 자세한 전기적 사항은 표1에서 정리 하였다. 그림 2는 제작된 제품의 내부 사진이다.

그림 3과 그림 4는 1kW와 500W 발전시에 동작 파형을 나타내고 있다. 그림 5는 입력 전압과 발전량에 대해 효율곡선을 나타낸 것이다.

3. 결론

제작된 전력변환 장치는 200W 이상 발전시 입력 전압 전 영역에서 90% 이상의 효율을 달성하였고, 26~31V에서 최고 효율이 구성되도록 하였다. 입력전압이 높아짐에 따라 전력 변환 효율이 높아짐을 알수 있다. 향후 과제로 입력 전압 15V대에서 90%이상의 효율을 구현하도록 할 예정이다.

본 연구는 2009년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No.2009T100200032)

참고 문헌

- [1] Jung-Min Kwon, Eung-Ho Kim, Bong-Hwan Kwon, Kwang-Hee Nami, "High-Efficiency Fuel Cell Power Conditioning System with Input Current Ripple Reduction", Industrial Electronics IEEE Trans., Vol. 56, Issue. 3, pp. 826-834, 2009, Mar.
- [2] 박가우, 염상구, 김형철, 이진목, 김수철, 이재문, 정현신, 최재호, "오차 공간 접근법을 이용한 연료전지용 인버터 제어기 설계", '06 전력전자학회학술대회논문집, pp. 65-67 2006.
- [3] 이진목, 박가우, 이재문, 손경민, Novie Ayub Windarko, 민준기, 최재호, "시간응답을 고려한 삼상 DC/AC 인버터의 비간섭 제어기 설계", '08 전력전자 하계 학술대회논문집, pp. 222-224, 2008.