

250kW급 연료전지용 전력변환기 개발

정홍주, 이정민, 정준모, 서인영
(주)효성 중공업연구소

The Development of Grid Connecting Power Conditioning System for 250kW Fuel Cell Systems

Jung HongJu, Lee JeongMin, Chung JoonMo, Suh InYoung
Power & Industrial Systems R&D Center, Hyosung Corp.

ABSTRACT

본 논문은 신 발전 방식들 중 하나인 용융탄산염형 연료전지 발전시스템의 국산화연구와 관련하여, 연료전지로부터 생성된 전력을 전력계통에 안정되게 변환, 주입하기 위한 계통연계형 전력변환기를 제작하고 단위기기별 성능 시험을 수행한 결과이다. 250kW급 전력변환기의 구조 설계와 단위기기 설계는 250kW급 용융탄산염형 연료전지 시스템의 정격 사양 및 스택의 운전 형태를 시뮬레이션 하여 진행되었으며, 크게 DC/DC 컨버터부와 DC/AC 인버터부의 회로로 구성된다.

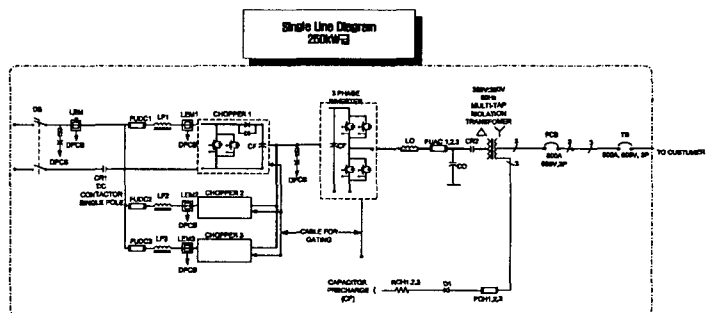


그림 1 전력변환기 단선도

1. 서론

전 세계적인 에너지 수급 문제는 새로이 대두된 문제가 아니며, 지구 환경 문제 역시 오래전부터 세계적인 관심 속에 있는 분야이다. 이러한 신에너지원 발굴 및 지구 환경 보호에 대한 요구로 수소 에너지 이용에 대한 관심이 높아지고, 수소 에너지 이용 기술에서 가장 활발한 연구 및 성과를 거두고 있는 분야 중 하나가 바로 연료전지 기술이다.

연료전지와 같은 여러 신재생에너지 발전 시스템들은 종래의 원거리 집중식 발전 방식보다는 수용가에 인접한 분산형 발전 방식으로 이용될 가능성이 많은데, 이와 관련하여, 향후 전력에너지 수요를 포함한 에너지 수요와 분산형 전원 시장에 대한 예측들에 관심이 기울여지고 있다.

본 연구는 기존 집중식 화력발전소등을 대체하기에 유력시 되고 있는 고온형 연료전지인 용융탄산염형 연료전지(Molten Carbonate Fuel Cell, 이하 MCFC) 발전시스템의 장기운전 성능 및 안정성 실증 평가를 위한 실증 연구의 세부로서, 연료전지 발전 시스템에 사용될 전력변환기(Power Conditioning System, 이하 PCS)를 제작하고 성능을 확인하는데 목적이 있다.

2. 본론

2.1 250kW급 연료전지용 전력변환기 구조 설계

연료전지의 출력 사양 및 운전 형태를 고려하여 전력변환기의 전체 구조를 그림 1와 같이 구성하였으며 크게 제어반, 컨버터 및 인버터반 그리고 배전반으로 구분된다.

제어반은 PCS의 제어를 담당하는 주제어기와 HMI용기기 등으로 구성되며 컨버터 및 인버터 반은 직류전원을 승압하기

위한 컨버터부와 직류전원을 교류전원으로 변환하기 위한 인버터부 그리고 계통과 연료전지의 전기적 절연 등을 목적으로 하는 변압기로 구성된다. 배전반은 PCS출력을 계통과 주요 구성기기로 전원을 공급하기 위한 각종 차단기들로 구성되어 있다.

250W급 연료전지용 PCS의 제작 spec.은 표 1에 나타내었다.

항목		상세 사양
정격용량		340kW
입력	정격 입력전압, 전류	DC 284V/1200A
	정격 운전 전압 범위	DC250V~500V
	최대 입력 전압	DC500V
출력	정격 전압	3상, 380V
	주파수	60Hz±1%

표 1 PCS제작 spec

2.2 전력변환기 단위기기 설계 및 제작

전력변환기의 주요 구성품이 되는 단위기기별 설계 내용 및 제작 사양은 다음과 같다.

1) 제어보드는 TMS320F2812를 DSP로 사용하여 구성하였으며, 주요 수행기능은 다음과 같다.

- 환경 초기화
- DC/DC 컨버터의 PWM 및 출력전압 제어
- DC/AC 인버터의 SVPWM 제어
- 독립운전/계통연계운전에 관한 전압, 전류 제어

2) 컨버터는 연료전지의 대전류 출력특성에 따라 Boost Converter를 3대 병렬로 구성하였으며 그림 2에 나타내었다. 각 반도체 소자는 제한적 용량으로 인하여 병렬로 구성되어 있다.

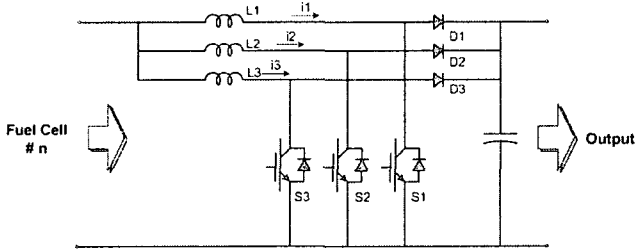


그림 2 Interleaved Boost Converter

3) 인버터는 크게 인버터 스택 및 필터로 구성되며 필터를 구성한 리액터와 커패시터는 다음을 고려하여 설계하였다.

- 고조파 감쇠율에 의한 LC의 결정(fc)
- 리액터(L)에서의 기본파 전압 강하를 5~10%로 선정
- 계통연계 운전에서 전류제어시 제어성 검토
- 이상의 결과로 각 부분 전압, 전류 파형 검토(THD등)

인버터의 스위칭 주파수는 3kHz로 설계하였으며 그림 3은 인버터와 변압기를 나타낸 그림이다.

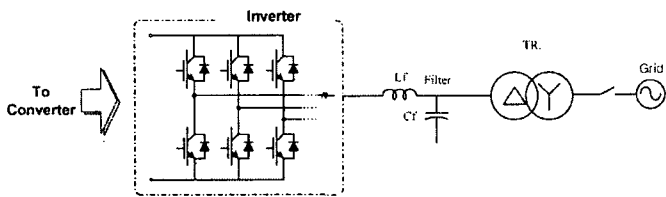


그림 3 Inverter & Isolation Transformer

그림 4는 상기의 내용을 바탕으로 제작한 PCS를 나타낸 것이다. 그림에서 컨버터는 위쪽에 배치되어 있으며 인버터 및 필터 그리고 변압기는 하부에 위치하고 있다.

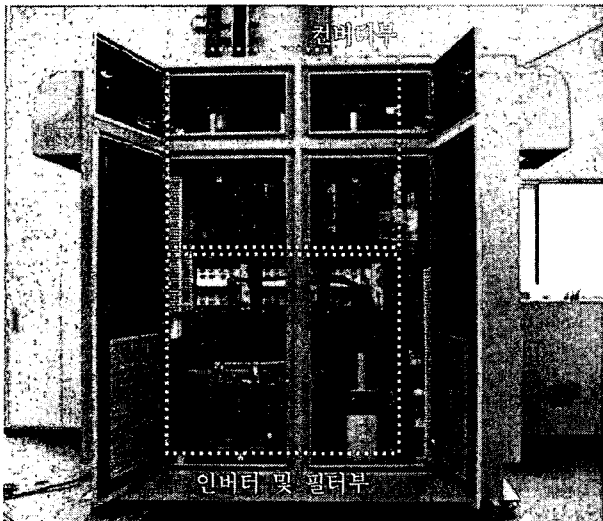


그림 4 250kW PCS 시스템(컨버터 및 인버터반)

그림 5는 제어반을 나타낸 것으로 이중문으로 되어 있다. 먼저 그림 5의 좌측은 HMI 및 운전 제어를 할 수 있게 구성되어 있으며 우측은 제어보드와 각종 센서 그리고 릴레이 등으로

구성되어 있다. 그림 6은 배전반을 나타낸 것이다.

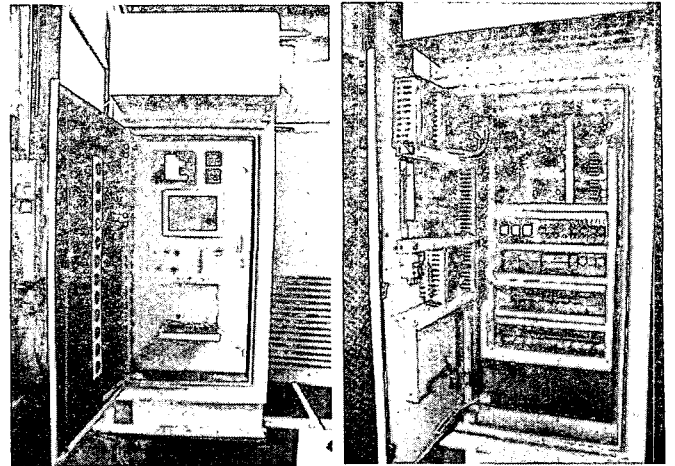


그림 5 250kW PCS 시스템(제어반)

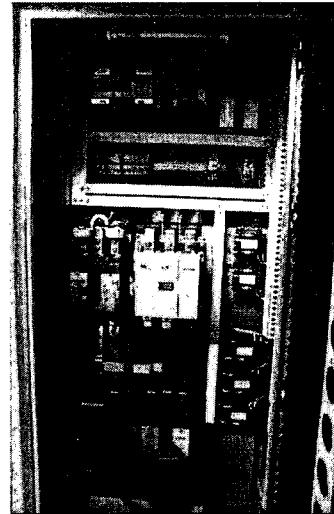


그림 6 250kW PCS 시스템 (배전반)

3. 결 론

본 논문에서는 250kW급 용융탄산염형 연료전지용 전력변환기의 주요 구성품들에 대해, 단일기기별 설계 및 제작 과정에 대한 내용을 나타내었다.

수행된 연구개발 실적에 대한 주요 사항을 크게 요약하면 다음과 같다.

- 연료전지 출력특성 및 용량을 고려한 전력변환기 설계
 - 저전압, 대전류 특성에 적합한 기기사양 및 특성 검토
 - 구성기기의 설계를 위한 시뮬레이션 진행
 - 설계된 구성기기 제작
- 프로그램 작성 및 제어기 제작
 - 컨버터와 인버터의 제어에 관한 프로그램 작성
 - 컨버터의 병렬운전 시험을 위한 프로그램 작성
 - 제어기 제작
- 구성기기의 제작 및 시험
 - 검토, 설계된 구성기기의 제작하고 그 특성을 서술하였

다.

용융탄산염형 연료전지 발전 시스템에 대한 검토 및 단일기
기 설계 및 제작 과정에서의 설계 데이터, 제어 알고리즘, 실험
결과 등은 지속적인 검토가 이루어 질 것이며, 향후 250kW급
전력변환장치의 정격 시험과 보호 동작 등의 확인 시험으로 시
스템의 안정성을 확인 할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 임희천 “100kW급 용융탄산염형 연료전지 발전시스템 개발” 전기저널 pp.17-27, 7월, 2000.
- [2] 한수빈, “연료전지시스템과 부하관리 응용” 한국전력전자학회, pp.21-25, 6월, 1997.
- [3] 송종환 외. “100kW급 연료전지용 전력변환 기술 개발(1단계 25kW)” 1차년도 (주)효성 중공업연구소 보고서(2002).

이 논문은 산업자원부지원 대체에너지 실용화평가사업
으로 진행된 연구결과임