

배전계통에서 연료전지시스템의 연계성능 연구

최중묵, 한동화, 이영진, 정병환*, 최규하
 건국대학교, 삼성탈레스*

Analysis of fuel cell system connected with Grid

Jung Muk Choi, DH Han, YJ Lee, BH Jung*, Gyu Ha Choe
 Konkuk university, Samsung Thales*

ABSTRACT

본 논문은 연료전지용 PCS를 계통에 연계하는 과정을 보다 심도있게 진행하기위하여 배전계통을 모의 시뮬레이터로 구현하였다. 제작된 시뮬레이터를 바탕으로 각배전반의 전력품질과 다수 PCS와 계통과의 전력분배를 실험한다.

계통 시뮬레이터에 연결하여 분산전원으로서 접속 및 운전할 수 있다. 이는 개별 신재생에너지원으로서 시뮬레이션이 가능하며, 또한 계통에 접속하여 운전할 수 있기 때문에 계통연계 시뮬레이션이 가능하다. 이러한 신재생에너지원은 3x3 matrix 형태의 네트워크 중 각 node인 9개의 지점에 설치 가능하다.

1.서론

화석연료의 고갈로 인해 신재생에너지의 중요성이 부각되고 있는 현재 여러종류의 에너지원들이 주목받고 있다. 태양광, 풍력 그리고 연료전지의 에너지를 계통과 연계하여 사용하는 것이 일반적이다. 이에 따라 계통과 연계시 안정성이 매우중요한데 IEEE에서는 standards 1547 로서 분산전원연계시 기술기준을 마련하고 있고 우리나라는 한국전력 배전처에서 기술기준을 마련하였다^[1,2]. 제작된 PCS 운전시 배전계통내에 전력품질이 기술기준을 만족하는지 입증하기 위해서 배전시뮬레이터를 제작하였으며 이를 통해 실험을 하였다.

2. 배전시뮬레이터

1.1시스템 전체 구상도

유사 배전 시뮬레이터 모델은 신재생 에너지와 연결하여 전기 품질 보상 기기 및 부하등 과의 시뮬레이션을 수행하기위하여 제작된다. 배전 시뮬레이터의 구성은 그림 1과 같다.

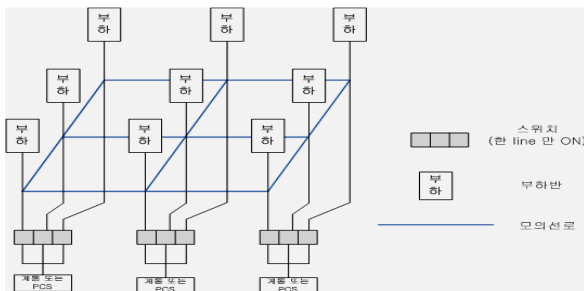


그림 1 배전 시뮬레이터 구성
 Fig. 1 Grid simulator unit

계통 시뮬레이터를 이용하여 배전계통을 구성할 수 있고 신재생에너지원인 연료전지발전시스템, 태양광발전시스템 모델을

1.2 배전선로

모의 선로는 3x3 matrix 형태로 구성되며 사용자가 원하는 부분에 계통을 연결할 수 있다. 선로의 모의 정수는 ACSR 160 (강심알루미늄 연선) 600m 로 선정하였고 저항부하 0.1Ω 유도성부하 0.54mH 이다. 그림 2와 같이 총 12개로 구성된다.

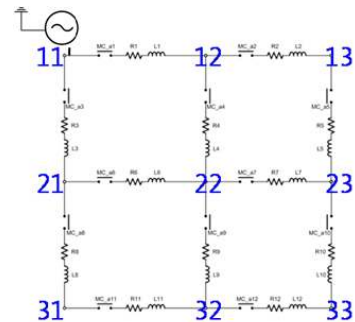


그림 2 모의선로 회로도
 Fig. 2 Line impedance circuit

1.3 계통부하

부하부는 R, R-L, R-C 부하의 형태로 계통 네트워크반에 연결 가능하다. 부하는 정격 전압 220V로 설계 되어있으며

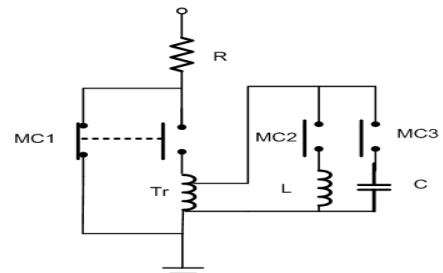


그림 3 R, R-L, R-C 선택 가능 부하반
 Fig. 3 R, R-L, R-C switchable Load component

각 부하의 정수 값은 부하 유닛당 300VA의 정격 용량을 가지고 있다. 인덕턴스와 커패시턴스의 경우 전단에 500W용량의 단권변압기를 연결하여 무효전력을 증가 또는 감소시킬수 있는 기능을 갖추었다. 이러한 부하반은 총 9개로 각각 3x3 matrix 형태의 계통 Network반의 각 Node에 연결할 수 있다.

선로 임피던스는 총 12개이고 on/off조작이 가능하고 node마다 부하가 9개가 달린다. 이 부하는 R, R-L, R-C 3가지로 조작이 가능하게 해야 한다. 이 모든 것을 일일이 손으로 하기에 는 어려움이 있기 때문에 한 점에서 모든 것이 조작 가능한 컨트롤러를 만들었다.

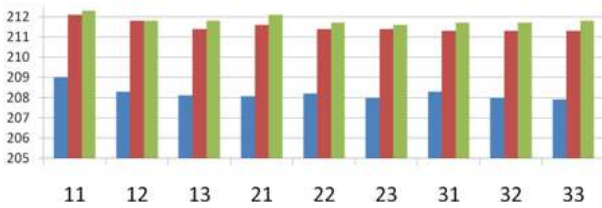


그림 4 3x3 배전 계통 시뮬레이터
Fig. 4 3x3 Grid simulator

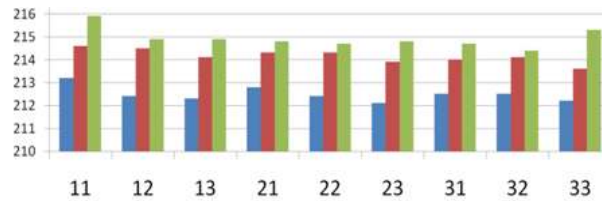
3. 연계실험

3.1 단일 PCS 운전

제작된 1kW급 풀브리지 형 PCS를 배전계통시뮬레이터에 연결하여 실험하였다. PCS의 전원인 연료전지를 대신해서 DC 파워서플라이를 사용하였다. 공급전압은 정격전압인 50V로 하였고 전류는 20A를 공급하였다. 순서는 9개의 Node에 R부하를 연결하고 PCS는 Node 11, 22, 33에 각 순차적으로 투입하여 전압레벨의 변화를 기록하였다. 그림 5는 R부하와 R-L부하시 각 Node에서의 전압 레벨 이다.



(a) 3x3 R 부하 연결시



(b) 3x3 R-L 부하 연결시

그림 5 배전계통내 부하 전압 레벨
Fig. 5 Load voltage level in Grid simulator

3.2 PCS 다수대 운전

1kW 급 연료전지 PCS와 3kW 급 태양광 PCS를 유사 배전 시뮬레이터에 연결 후 용량을 바꿔가며 실험하였다. 배전계통은 9개의 Node에 R부하를 연결하였다. 부하는 하나당 300W의 용량으로 총 2.7kW 가 되지만 선로상의 임피던스가 있기 때문에 무효전력이 계통으로부터 유입된다. 그림 6의 (c)를 보면 분산전원으로부터 2.6kW 가 공급되기 때문에 계통으로부터 100W의 유효전력과 무효전력이 유입되는 것을 볼 수 있다. 전력변환장치는 유효전력만을 공급하고 있다. (d)에서는 분산전원에서 공급되는 전력이 3kW를 넘기 때문에 계통으로 발전하고 있다.

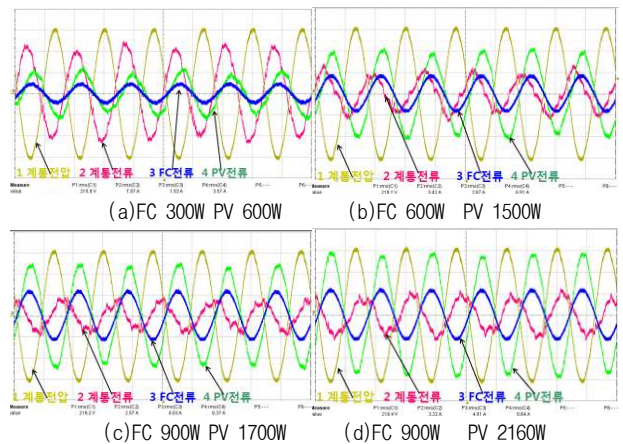


그림 6 2대 PCS 운전 전력분배 파형
Fig. 6 2 PCS power balancing

4. 결론

제작된 PCS의 경우 안정된 동작을 하도록 설계되어 있기 때문에 배전계통과 연계시 각 부하반의 전력품질이나 전압범위가 기술기준을 초과하지 않는다. 추후 시뮬레이션을 통하여 분산전원의 고장이나 다른 원인에 의한 배전 계통내 품질의 왜형 같은 연구를 진행할 예정이다.

이 논문은 지식경제부(R-2007-1-015-01) 지원에 의하여 연구되었음

참고 문헌

- [1] IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resource with Electric Power System, IEEE standards 1547, 2003
- [2] 분산형 전원 배전계통 연계 기술기준, 한국전력공사 배전처, 2010