

MICROGRID의 고조파 및 고주파 시뮬레이션

변형준*, 최효열*, 명노길*, 노경수**
전력연구원*, 동국대학교**

The Harmonic and High Frequency Simulation of Microgrid

Hyoung-June Byun*, Hyo-Yul Choi*, No-Gil Myoung*, Kyoung-Soo Ro**
Korea Electric Power Research Institute*, Dongguk University**

Abstract - 본 논문은 마이크로소스를 계통 연계하여 운전 시 필수적이므로 계통연계시의 기술적인 과제인 분산전원 종류에 의한 전압 고조파 및 주파수 안정도를 풍력발전의 회전자와 연료전지의 인버터에 연결 하였을 경우 미치는 영향과 저압 연료전지와 특 고압 풍력발전의 특성을 simulink를 사용하여 시뮬레이션을 구현하며 부하에 미치는 영향에 대하여 알아보도록 한다.

1. 서 론

마이크로 그리드란 소규모, 모듈화 된 분산발전시스템이 배전망에 연결되어 새로운 형태의 전력 시스템의 구성으로 어떠한 형태의 에너지 전원으로 마이크로그리드 계통에 연결시키며 새로운 전원의 추가로 인해 보호협조, 신뢰도, 전기품질 문제 등 다른 계통에 어떤 영향을 주어서는 안되며 기술적인 측면에서 이러한 신재생에너지 전원은 간헐적 출력 특성을 가지며 소 용량으로서 다수가 배전망에 임으로 설치되는 경우가 많기 때문에 보호협조 문제가 발생할 가능성이 크며 기존의 전력 인프라로서 전력품질의 유지가 어려우며 본 논문은 인버터기기를 사용한 마이크로소스의 고조파 영향 및 풍력과 같이 부하변동에 관계없이 출력변동이 큰 분산형전원이 증가하면 주파수 변동 폭이 커져서, 소정의 주파수를 유지하지 못할 수 있으므로 연료전지와 풍력 발전을 추가시의 전체 계통에서 미치는 영향을 논의하고자한다.

2. 본 론

2.1 마이크로 그리드의 기본구성

마이크로그리드는 아직 명확하게 정의된 개념이 아니고 정의하는 주체나 목적에 따라서 약간은 다르게 정의되고 있다. 그러기에 본 논문에서는 소형 분산 전원인 연료전지와 풍력발전이 계통에 투입 시 연료전지에서 고조파가 미치는 영향과 풍력발전 기동 시 발생하는 고주파에 관하여 시뮬레이션 하며 특히 연료전지는 발전 원리상 전력변환장치인 인버터가 필요하므로 인버터에 의해 발생하는 고조파 성분비인 왜형률이 5%이내에 있는지와 풍력기동 시 크게 발생하는 고주파가 국내 전력계통의 주파수 변동 허용범위는 60Hz±0.2Hz에 안전하게 운전하며 추정 범위 시험과 안전성 있게 평가 되는지를 시뮬레이션하며 세부사항으로는 특 고압 22.9[kv]의 전력 계통에 10m/s 속도에 200[kw]급 비동기 풍력발전기를 전력전자제어 없이 직접 연결하였으며 저 전압 380[v] 연료전지 용량60[kw]을 직렬로 부하 50[kw]에 연결하고 그후 계통에 변압기에 의해 22.9[kv]계통으로 연결하였다.

2.2 SIMULINK로 마이크로그리드 시스템 모델링

그림.1은 마이크로그리드 기본구성계통도로 모델링을 보여주고 있으며 분산전원 소스를 양 끝에 위치하며 연료전지는 직접 부하단에 연결하였으며 풍력발전원은 변압기에 의해 변환 후 계통에 연결 하도록 모델링 하며 이 모델은 그림 2처럼 Matlab/Simulink를 사용하여 그림 2로 제한적 마이크로그리드 시스템으로 시뮬레이션 하였다.

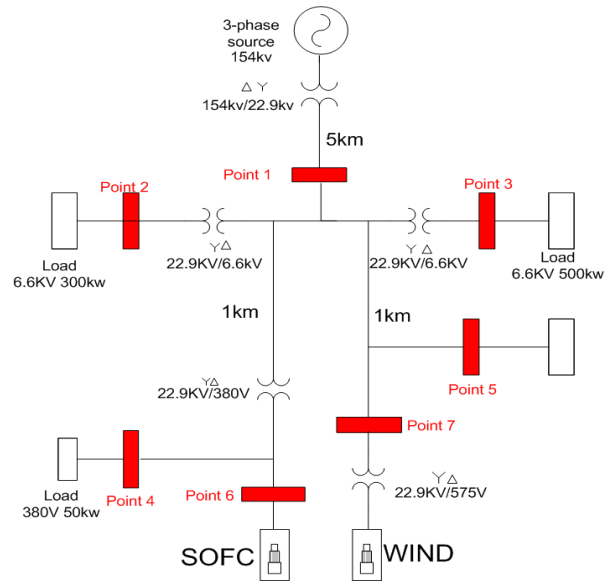


그림.1 마이크로그리드 기본구성계통도 모델링

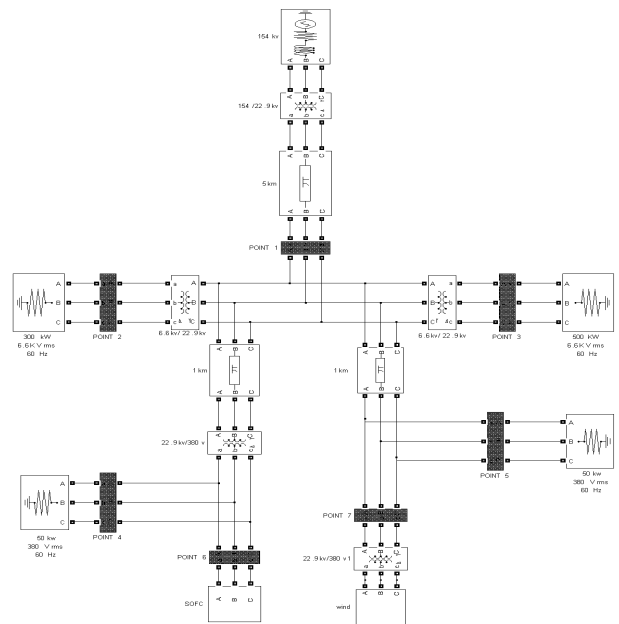


그림 2. 마이크로그리드 SIMULINK 모델링

2.3 시뮬레이션 및 분석

2.3.1 연료전지 연결점 필터 사용 전 고조파 분석

연료전지발전은 직류발전 시스템이므로 인버터로 직·교류변환을 하기 때문에 고조파가 발생하기에. 그림 3은 인버터에서 아무 여과 없이 직접 연결점으로 접속되며 이 경우 계통의 허용량을 초과하게 되며 전력계통에 접속되어 있는 타 부하기기의 동작에 악영향을 줄 수 있다.

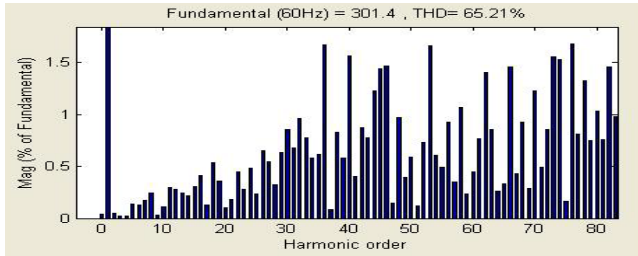


그림 3. 연료전지 필터 사용 전

2.3.2 연료전지 연결 점 필터 사용 후 고조파 분석

그림 4는 계통에서의 고조파의 허용량이 초과로 인하여 인덕터 필터를 추가하여 계통의 허용범위 내로 고조파를 줄였다.

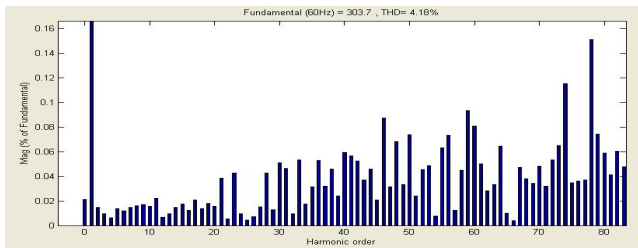


그림 4. 연료전지 필터 사용 후

2.3.2 풍력발전 연결 점 고조파 분석

그림 5에서 볼 수 있는 것처럼 풍력발전은 계통에 거의 고조파가 계통에 영향이 없다고 볼 수 있다.

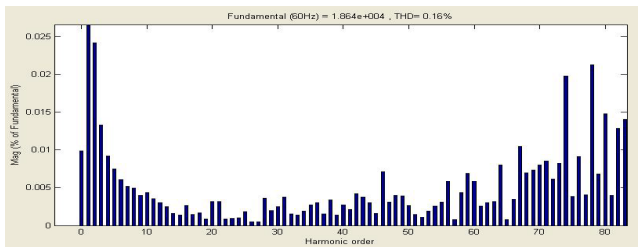


그림 5. 풍력 발전 고조파

2.3.3 고조파 왜형률이 계통과 부하에 미치는 경우 분석

표 1은 필터여부에 의해 계통과 부하에 미치는 고조파 왜형률에 대하여 각 포인트 지점에 대하여 분석 하였으며 필터 사용 전에는 고조파가 풍력발전까지 영향을 미친다는 것을 볼 수 있다.

표 1. 필터 사용 전후 THD 변화

	Point1	point2	point3	point4	point5	point6	point7
필터 사용전	2.14	0.45	0.53	65.21	2.20	65.21	2.20
필터 사용후	0.14	0.03	00.04	4.19	0.14	4.19	0.14

2.3.4 풍력발전 및 연료전지의 고주파 변화

계통에 연계되는 수용가의 분산 전원의 상시 주파수가 59.8Hz ~ 60.2Hz 내의 적정범위를 유지하여야 하기에 그림 6과 7을 통하여 연료전지는 인버터 제어에 의해 고주파 영향이 거의 없다는 것을 알 수 있는 반면 풍력발전은 시뮬레이션으로 통해 기동시 변화가 있기에 계통에 영향을 끼칠 수 있다는 것을 알 수 있다.

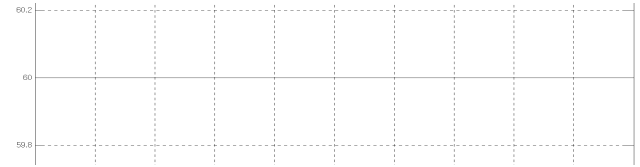


그림 6. 연료전지 고주파

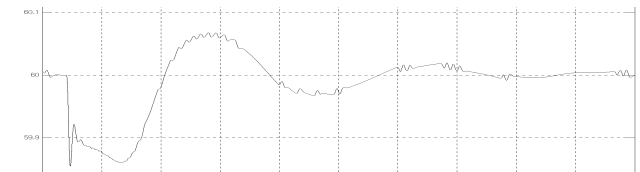


그림 7. 풍력발전 고주파

본 연구에서는 한전 규정으로 왜형률(THD)이 5%를 초과하지 않도록 차수별로 하며 고조파기준과의 실제 허용범위와 시뮬레이션 결과에 대하여 알아보고 고조파 증가로 인하여 고조파 상한치를 초과하며 고조파 유출 억제대책이 필요하며 또한 주파수 허용치를 유지하지 못 할 경우, 전력 계통으로 부터 발전설비를 분리 하여야 한다.

4. 결 론

본 연구는 마이크로그리드시스템을 모델링하고 마이크로 소스에 의한 고조파와 고주파에 대한 시뮬레이션을 통하여 고주파 및 고주파의 관점에서 적절한 결과를 얻고자 하였으며 소스 모델링과 계통연계 마이크로그리드시스템에 대한 다양한 시뮬레이션의 결과를 얻고자 하며 본 연구에서 마이크로 소스 보급 활성화는 계통의 전력품질에 필연적으로 영향을 미치게 될 뿐만 아니라 기존의 전력품질에 대한 패러다임이 변화로 마이크로소스시스템이 포함된 경우 해석을 용이 하게 하며 분산발전자와 계통운영자 사이에 적절한 규정의 수립이 필수불가하며 합리적인 규정으로 전력품질의 신뢰성을 높이는 방안으로 마이크로소를 Matlab/Simulink 모델 개발하였으며, 이를 통해 마이크로 소스의 전력품질을 특성을 해석하며 시뮬레이션 통하여 제안된 모델을 효율성을 확인하고자 하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] Gyu Bun Joung and Jae-Dong Choi " Design of Solar Array Simulator for Spacecraft" KIEE International Transactions on EMECS 12B-2, 52-56(2002)
- [2] Gilbert M. Master, Renewable and Efficient Electric Power System Handbook: Photovoltaic Systems
- [3] 박정욱, 이수원, 이성룡 "계통연계 분산전원시스템" 전력전자학회지
- [4] H S. Rauschenbach, Solar Cell Array Design Handbook: The Principle and Technology of Photovoltaic Energy Conversion. New York:VanNostrand, 1980
- [5] 전력연구원, "신재생에너지의 계통연계 기술", 전력연구원, 2006.
- [6] Mukund R. Patel, "Wind and Solar Power Systems", CRC Press, 1999.
- [7] Gilbert M. Masters, "Renewable and Efficient Electric Power Systems", Wiley-Interscience, 2004.