

분산전원 연계 배전계통 안정화를 위한 D-EMS 기능 분석

정 봉 상*, 전 영 환**

(홍익대 전자전기공학부 *석사과정, **교수)

1. 서론

단지형태의 분산전원 이외의 신재생 에너지는 대부분 배전 시스템에 분산전원(DER : Distributed Energy Source)의 형태로 분포될 것이며, 신재생 에너지를 포함한 대부분의 소용량 분산전원(DER : Distributed Energy Resource)은 22.9 KV 이하의 저압 배전계통에 분포하게 된다. 분산전원(DER)의 도입은 소비자단에서 사용하고 남은 잉여전력을 발생시킨다. 이 잉여전력은 부하단에서 배전망으로 흐르는 역조류를 발생시키며, 배전계통의 노드(node)에 과전압문제를 일으킨다. 이를 해결하기 위한 일반적인 대처방안으로 배전계통의 루프화를 통한 문제 해결이 유력할 것으로 보인다. 한편, 출력제어가 불가능한 분산전원(DER)의 도입량 증가에 따른 수급불균형 문제는 더 이상 기존 발전기의 출력 제어만으로는 대처하기 어려운 상황으로 발전하게 될 것이다. 이 때문에 배전 지역별로 수급의 불평형을 어느 정도 안정화 시킬 필요가 있다.

배전계통에 도입되는 분산전원(DER)에 의한 역조류 문제는 수용가 단의 전압상승 문제 야기뿐만 아니라 보호계전 시스템의 전반적인 재검토를 필요로 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는, 현재 운용중인 배전자동화 보다 더욱 발전된 형태의 배전 운용 시스템이 필요하게 될 것이며, 이러한 시스템을 배전계통 Energy Manage System(D-EMS)이라 칭하

였다. 이때, D-EMS는 22.9KV feeder 이하의 배전 시스템을 제어대상으로 한다.

또한, 분산전원(DER)의 도입량 증가에 따른 무효전력의 수급문제는 기존의 배전망 운영의 개념으로는 효율적인 제어가 어려우며, 유효전력의 급변에 의한 문제도 배전 지역별로 어느 정도 안정화 시킬 필요가 있다. 이를 위해서는 배전계통 운영에도 Energy Management System(D-EMS)의 도입이 필요할 것으로 사료된다. 본 기사는 분산 전원 연계시의 배전계통의 안정화 및 에너지 최적화를 위하여 활발히 연구 중인 스마트그리드 체제로의 이행을 위하여 도입이 필요한 배전계통에서의 에너지 관리시스템의 기능을 분석하고자 한다. 이는 전력망 운용을 위한 통신 네트워크의 아키텍처 수립을 위한 필요 기능 분석 작업이라 할 수 있다.

2. 본론

D-EMS는 배전시스템으로 구분되는 22.9 kV의 feeder 이하의 전압레벨의 배전시스템의 전력조류 및 전압을 모니터링하고 제어하는 시스템으로 정의한다. D-EMS는 SCADA나 한국전력거래소의 EMS와 연계가 되어 운영될 것으로 보이며, 배전계통의 운영시스템의 변화가 SCADA에도 영향을 미칠 것으로 보이며 전체적인 역할의 분담에 대해서는 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

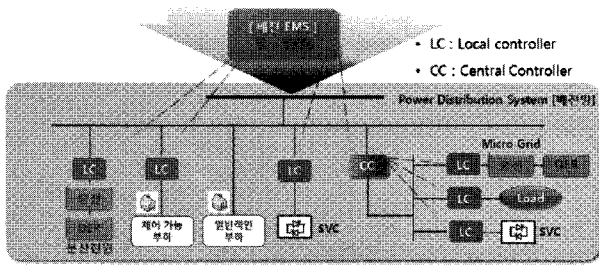


그림 1 D-EMS와 하부제어기의 관계

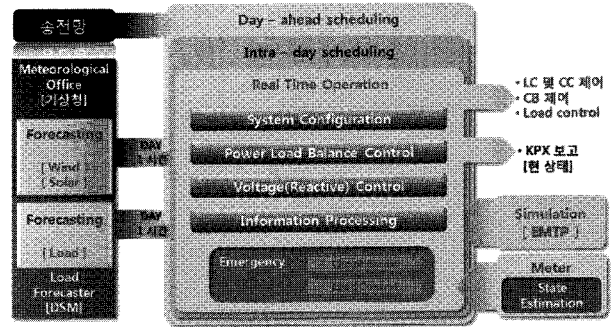


그림 3 D-EMS의 기능 분석도

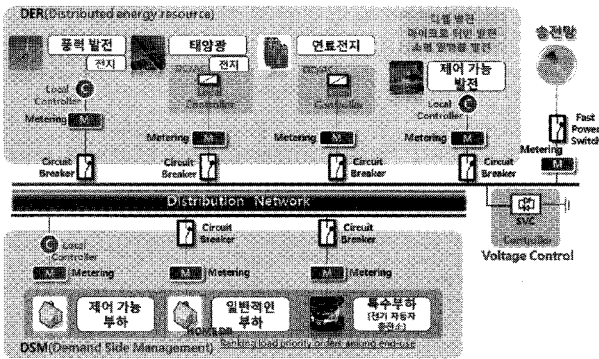


그림 2 마이크로 그리드(Micro Grid)의 구조

현 전력망은 대형 발전기에서 생산된 전력이 송전망에서 배전망으로 송전되기 때문에, EMS는 송전망을 중심으로 감시 제어하고 있다. 현재의 배전망에는 분산전원이 제한적으로 도입되어 전력조류에는 크게 영향을 미치지 못하고 있다. 그러나 신재생에너지를 비롯한 분산전원의 보급이 급속도로 확대되는 경우, 대규모 분산전원(DER)이 배전계통에 연계되어 새로운 감시 및 제어방법이 필요하게 될 것이다. 분산전원의 역조류에 의한 수용가단의 노드전압의 상승문제 하나만 보더라도 기존의 배전망 운영 개념으로는 운용 및 제어가 어려운 것이 현실이다. 따라서 배전계통의 운영은 발전기가 포함된 배전계통의 무효전력수급제어에 의한 배전계통의 전압안정화, 유효전력의 평활화를 통한 주파수 및 전압 안정화 제어를 위한 새로운 시스템인 D-EMS가 필요하다.

D-EMS와 배전계통의 명령체계는 그림 1과 같다. 분산전원의 LC(Local Controller)는 풍력 발전 및 태양광 발전을 포함한 모든 발전기의 출력 및 전압을 제어하게 된다. 필요한 경우 출력변동제어를 위해 에너지 저장장치도 포함할 수 있다. 배전계통의 부하는 크게 제어 가능한 부하(Controllable Load)와 제어 불가능한 부하로 나눌 수 있다. 제어 가능한 부하는 DR 프로그램에 따라 D-EMS에서 제어할 수 있는 부하를 말한다.

저압 배전망에 연계되어 D-EMS에 의해 운영되는 마이크

로 그리드는 그림 2와 같이 구성 될 것이다. 풍력발전, 태양광 발전 모듈은 출력변동을 제어하기 위한 보조 축전지가 포함될 수 있다. 제어가능 발전기단은 아파트 및 기타 밀집 건물에 있는 디젤 발전, 마이크로 터빈, 소형 열병합 발전 등이 있다.

EMS는 송전계통의 모니터링 및 제어를 위한 시스템이므로, 배전계통의 운전에 직접적인 연관은 없다. 그러나 시장가격의 예측치를 EMS(MOS)로부터 받게 되면, 배전계통 내의 분산전원 및 에너지 저장 장치의 최적운용계획을 수립할 수 있다. 반면, EMS는 D-EMS로부터 시스템의 제반 정보를 취득할 수 있다.

3. D-EMS의 기능

D-EMS의 주 기능은 크게 두 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 분산전원이 연계된 배전시스템의 모니터링 및 안정적인 운영. 둘째, EMS와 연계하여 제어가능 분산전원의 경제적인 운영이라 할 수 있다. 이 중에서 가장 중요한 부분이 loop화된 배전망의 전압제어라 할 수 있다. 세부적인 기능을 서술하면 다음과 같다.

3.1 Day-ahead scheduling

KPX의 하루 전 급전계획에서 생성되는 시장가격과 기상 예측 정보를 활용하여 신재생 에너지의 발전량 예측, 에너지 저장장치의 용량을 고려하여 제어가능 분산전원의 급전계획을 세운다. 이 때 사용하는 정보는 다음과 같다.

- KPX의 시장가격
- 배전 계통의 상태
- 에너지 저장장치의 상태
- 기상청에서 하루 예측 바람세기 및 광사량
- 부하 예측, DR 프로그램 현황

3.2 Intra-day scheduling

Day-ahead Scheduling을 기초로 10~15분간의 단기간

참고 문헌

- [1] Mark McGranaghan, "Functions of a Local Controller to Coordinate Distributed Resources in a Smart Grid", Power and Energy Society General Meeting, pp. 1-6. 2008.
- [2] Hahn Tram, " Technical and Operation Considerations in Using Smart Metering for Outage Management", Transmission and Distribution Conference and Exposition, pp. 1-3, 2008.
- [3] Ha.Bertaini, "Management of Low Voltage Grids with High Penetration of Distributed Generation: concepts, implementations and experiments", PARISuency Power Conversion Conf, Rec. pp. 100-110, 1988.

〈 필 자 소 개 〉



정봉상(鄭倬祥)

1986년 2월 2일생. 2008년 홍익대 전자전기공학부 졸업. 2009년 동 대학원 전기정보제어공학과 석사과정.



전영환(全瑩煥)

1961년 2월 8일생. 1983년 서울대 전기공학과 졸업. 1985년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1985년~1994년 한국전기연구소 근무. 1997년 동경대 졸업(공학). 1997년~1998년 동경대 조수 역임. 1998년~2002년 한국전기연구원 그룹

장. 2002년~현재 홍익대 전자전기공학부 교수.