

풍력발전의 표준화된 동적 시뮬레이션 모델링에 관한 새로운 국제 규격 준비 현황

송승호
광운대학교 전기공학과

Introduction to New International Standard for the Generic Electrical Simulation Modeling of a Wind Turbine

Song, Seung Ho
Dept. of Electrical Engineering, Kwangwoon University

ABSTRACT

국제 전기 위원회(IEC)의 기술 위원회(TC 88)에서는 풍력 시스템과 계통 안정성 분석 그리고 단락회로(LVRT), 발전기와 부하의 손실 해석, 시스템 분리와 같은 전력 시스템의 동적 시뮬레이션에 활용하기 위한 풍력 발전기와 발전 단지의 동적 시뮬레이션 모델 표준화 작업을 수행하고 있다. 본 논문의 목적은 특정한 풍력 터빈 제조사를 알 수 없는 상태에서 계통 연구가 적용될 수 있는 일반적인 모델을 소개하는 것이다. 그와 함께 제조사의 모델이 표준화 된 모델로의 쉬운 교환을 가능하게 하는 블록도가 적용되어야 한다. 본 작업의 1단계 작업은 2011년 마무리 될 계획이다.

1. 서론

IEC 61400 27 는 풍력발전의 표준화된 동적 시뮬레이션 모델 중에서도 전기적인 모델링에 관한 내용을 규정하고 있다. 두개의 파트로 나뉘어 있으며 Part.1에서는 풍력 터빈의 시뮬레이션 모델과 검증 절차에 관해서, Part.2에서는 풍력발전 단지(farm)의 모델과 검증절차에 관해 규정하고 있다.

전력 시스템에서 풍력 에너지의 점유율이 점차 높아지면서 송전 시스템 운영자(Transmission System Operator, TSO)들과 배전 시스템 운영자(Distribution System Operator, DSO)들이 전력 시스템을 대상으로 안정성에 관한 연구를 수행하기 위하여 풍력발전기의 동적 모델링을 필요로 하게 되었다.

통상적으로 풍력발전기 제조사에 의해 만들어진 터빈 모델은 상당히 정확하고 자세한 수준까지 풍력 터빈의 거동을 시뮬레이션 할 수 있게 해준다. 하지만 그렇게 상세한 수준의 모델은 대형 전력 시스템의 안정도 해석을 위해서는 오히려 부적절한 경우가 많다. 왜냐하면 시뮬레이션 모델 내부의 상태변수의 개수가 많아서 시뮬레이션 시간이 길어지고 복잡도가 급격히 증가하게 되어 실질적인 적용이 어렵기 때문이다.

따라서 국제전기위원회에서 기술그룹 TC 88에서는 IEC 61400 27 표준을 제정하여 특정터빈 모델이 아닌 일반화된(Generic) 동적 모델을 규정하고 전력시스템의 안정도 해석에 활용될 수 있도록 준비하고 있다. 이러한 일반화된 동적모델을 사용하면 서로 다른 풍력 터빈이나 풍력 단지의 시뮬레이션을 위해서 모델자체를 바꿀 필요가 없이 파라미터만 바꾸면 된다. 이러한 표준화된 모델을 사용하는 것은 풍력발전 시스템 제조자나 풍력발전 시스템 운영자 모두에게 이득을 가져다 줄 것이

며 전력시스템의 안정도를 높여 주어 궁극적으로는 풍력발전시스템의 보급률이 더욱 크게 늘어나는데 기술적인 공헌을 할 것으로 기대한다.

2. IEC 61400 WG 27(Working Group 27)에서 제정중인 일반화된 동적 시뮬레이션

2.1 동적 시뮬레이션 모델의 소개

이 모델은 전력 시스템 시뮬레이션 소프트웨어에 의해 수행되고 있는 전력 시스템 안정에 관한 연구에 있어서 풍력터빈을 대표하여 사용하고자 하는 데 그 목적이 있다. 하지만 개발중인 시뮬레이션 모델의 사양은 특정 전력 시스템 시뮬레이션 소프트웨어와 아무런 상관이 없다. 이렇게 특정 소프트웨어와의 연관성을 배제하고 다양한 소프트웨어 환경에서 수행이 가능하도록 하려면 풍력터빈 모델과 그리드 모델 사이의 인터페이스에 관한 상세한 사양이 명확히 제시되어 있어야 한다. 이러한 시뮬레이션 소프트웨어와의 통합을 위한 인터페이스에 관한 그림이 그림1에 나타나 있다.^[1]

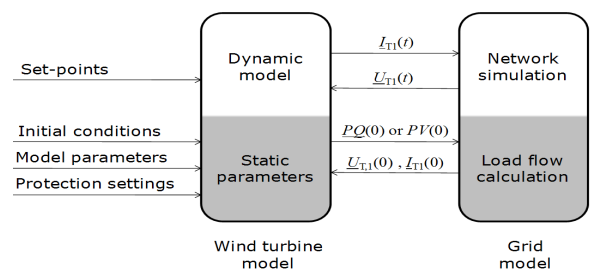


그림 1 풍력 터빈과 계통 모델 간의 인터페이스
Fig. 1 General interface between wind turbine model and grid model

다음과 같은 그룹이 각자의 목적에 맞게 이러한 일반화된 동적 모델을 사용하게 될 것으로 기대한다.

TSO와 DSO는 최종 사용자로서 이러한 모델을 활용하여 그들의 전력시스템을 대상으로 안정도 해석을 수행한다. 이러한 해석의 목적은 전력시스템의 안정적인 운영뿐만 아니라 안정적인 계획을 위해서도 필요하다.

풍력발전기 소유자 및 제조자
전력 시스템 해석 프로그램의 개발자 및 종사자

2.2 시뮬레이션 모델링 설계 시 유의 사항

모델은 현재 존재하는 풍력 터빈 발전기 기술을 표현 할 수 있도록 최소 4개의 카테고리로 개발되어야 한다.^[2]

- 1) WT1 : 전통적인 유도 발전기
- 2) WT2 : 가변 회전자 저항 유도 발전기
- 3) WT3 : 이중 여자형 유도 발전기 (DFIG)
- 4) WT4 : 풀 컨버터 인터페이스 유닛

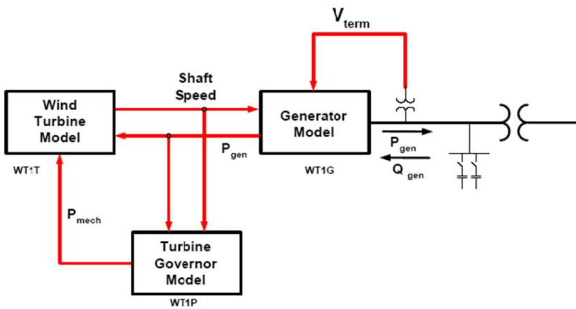


그림 2 WT1 전통적인 유도 발전기 모델
Fig 2 WT1 conventional induction generator model

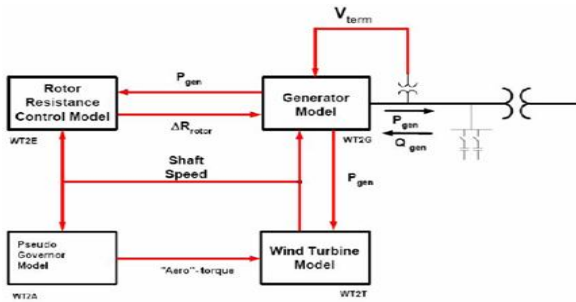


그림 3 WT2 가변 회전자 저항 유도발전기 모델^[3]
Fig 3 WT2 induction generators with variable rotor resistance model

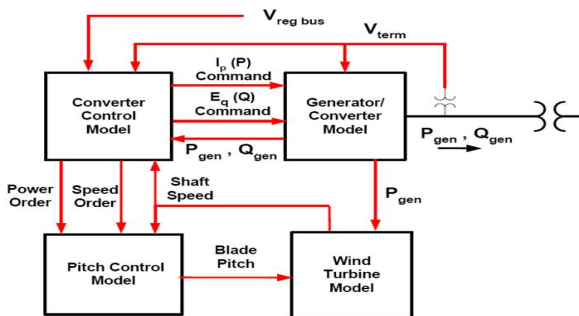


그림 4 WT3 이중 여자형 유도발전기 모델
Fig 4 WT3 doubly-fed induction generator model

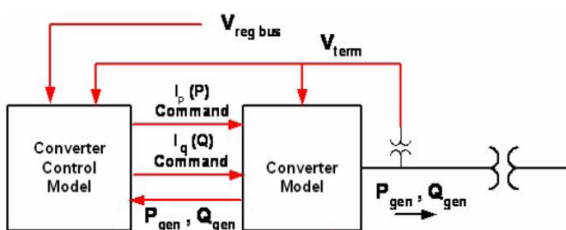


그림 5 WT4 풀-컨버터 인터페이스 모델^{[4][5]}
Fig 5 WT4 Generator with full converter interface model

3. 위원회 (IEC Technical Committee TC88 - Working Group WG27) 향후 일정 및 활동

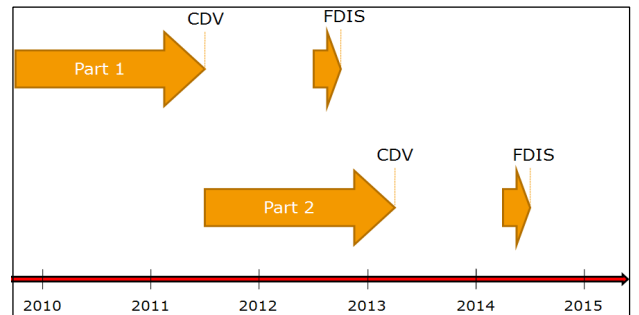


그림 6. 위원회 일정에 관한 임시 도표
Fig 6 Tentative time schedule of WG27

위 그림 6은 풍력 터빈(Part.1) 및 풍력 발전 단지(Part.2)에 관한 향후 위원회(WG27)의 조회(CDV) 및 승인(FDIS) 단계와 활동에 관한 스케줄을 도시하고 있다. 2011년 상반기까지 Part 1 (WT 모델링)의 세부 규정작업을 마치고 2012년까지 승인 절차를 마무리 할 계획이다.

4. 결론

IEC 국제 규격은 매우 복잡하고 엄정한 절차를 통해 제정되고 있으며 풍력발전에 관한 IEC 국제규격 시리즈 61400 중에서도 앞으로 대규모 풍력발전의 전력계통 연계운전을 대비하여 전력시스템을 위한 동적 시뮬레이션 모델에 관한 국제 표준이 만들어지고 있다. 국내에서 생산, 개발된 풍력 터빈들이 대규모로 국제무대에 수출되기 위해서는 반드시 이러한 국제 규격을 만족하여야 할 것으로 생각된다.

본 연구는 2011(2차년도)년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20093021020030)

참고 문헌

- [1] Hans Abildgaard, "IEC 61400 27 1 Electrical simulation models for wind power generation", UWIG Modeling & Interconnection User Group Meeting, 13 October 2010
- [2] Roskilde, "North America Dynamic Wind Generator Modeling", Revision4, 2009
- [3] Jens Fortmann, "Generic Aerodynamic Model for simulation of Variable Speed Wind Turbines", 9th International Quebec Workshop, 2010
- [4] Jens Fortmann, Stephan Engelhardt, Jörg Kretschmann, Christian Feltes, Martin Janßen, Tobias Neumann, Istvan Erlich "Generic Simulation Model for DFIG and Full Size Converter based Wind Turbines", 9th International Quebec Workshop, 2010
- [5] S. Seman, J. Simolin, J P Matsinen and J. Niiranen, "Validation of Type 4 Wind Turbine Generic Simulation Model by Full Scale Test", Generic Model Proposal Reference paper, 2010