

Hydro-Québec, 풍력 발전소 성능 모델링



풍력 발전 시스템의 터빈

Hydro-Québec은 주로 수력과 풍력 발전과 같이 재생 에너지 사용에 주력하고 있습니다. Hydro-Québec은 새로운 풍력 발전 시스템을 기동하기 전에 풍력 발전시스템의 전력망 통합을 계획하고 출력 전력을 예측하며 전체 전력 시스템의 안전하고 안정적인 가동을 보장하기 위해 광범위한 시뮬레이션을 실시합니다.

Hydro-Québec 엔지니어들은 Simulink® 및 SimPowerSystems™를 사용하여 개별 풍력 터빈과 전체 풍력 발전장을 모델링하고 시뮬레이션합니다. Simulink Coder™를 사용하여 코드를 생성하고 이 코드를 Hydro-Québec의 멀티프로세서 시뮬레이션 환경인 Hypersim에 통합합니다.

Hydro-Québec의 연구원인 리차드 가농 씨는 “우리는 제어 시스템, 기계, 파워 일렉트로닉스, 측정 시스템을 모델링합니다. 이러한 모델에서 C 코드를 생성하며, 이 코드를 Hypersim의 기반하에 전력망 구성상의 풍력 발전 시스템을 연구할 수 있습니다.” 라고 말합니다.

과제

Hydro-Québec은 새로운 풍력 발전을 전력 시스템에 연결할 때 SVC(Static Var Compensator)와 같은 장비가 얼마나 필요할지 결정해야 합니다. Hydro-Québec TransÉnergie의 기술 혁신 담당자인 데니스 로랭 씨는 “정확한 모델이 없다면 수백만 달러나 들여 불필요한 장비를 설치하는 결과를 낼 수도 있고 안정성 및 생산목표에 부합하지 못한 장비가 될 수 있습니다.” 라고 말합니다.

Hydro-Québec은 정확한 시뮬레이션 결과를 얻기 위해 전자 및 기계적인 특성을 보여주는 과도기 응답 안정성뿐만 아니라

EMT(Electromagnetic Transient)도 모델링해야 했습니다. 엔지니어는 EMT 모델을 사용하여 전력망 시스템과 풍력 발전소의 전기적 모드 사이의 상호 역학 작용을 이해할 수 있습니다.

Hydro-Québec은 처음 한개의 터빈으로부터 제어 시스템과 출력 전력을 모델링한 후, 검증하고자 하는 70~100개의 터빈으로 구성된 풍력 시스템을 검증한 후 풍력 발전 시스템과 전력 시스템 네트워크의 상호 작용을 시뮬레이션해야 했습니다.

솔루션

Hydro-Québec 엔지니어들은 MATLAB®, Simulink 및 SimPowerSystems를 사용하여 개별 터빈과 전체 풍력 발전장을 모델링하고 Simulink Coder를 사용하여 모델에서 코드를 생성했으며 이 코드를 멀티프로세서 환경에서 사용하여 전력 시스템의 전체 상황에 비추어 풍력 발전 시스템의 성능을 평가했습니다.

엔지니어들은 SimPowerSystems로부터의 발전기, 컨버터, 축전기, 하모닉 필터, 기타 파워 일렉트로닉스 블록 등을 사용하여 Simulink에서 풍력 터빈 모델을 제작했습니다. 또한 발전기 제어 시스템의 Simulink 모델도 제작했습니다.

Hydro-Québec은 안정성을 연구하기 위해 Simulink에서 다른 상세한 정보는 물론 특히 날개(blade)의 피치와 비틀림 효과를 설명하는 시스템 모델을 사용하여 터빈의 기계적 특성을 시뮬레이션했습니다.

Hydro-Québec 엔지니어들은 73개의 개별 터빈 모델과 이들을 연결하는 수집망(collector network) 장치로 이루어진 전체 풍력 발전 시스템의 Simulink 모델을 제작했습니다.

과제

새로운 풍력 발전 시스템상의 전력 시스템 통합을 계획하고 출력 전력을 예측하며 안전하고 안정성 있는 가동 보장

솔루션

MathWorks 제품을 사용하여 개별 풍력 터빈과 풍력 발전장을 시뮬레이션하고 전체 전력 시스템의 멀티프로세서 시뮬레이션을 위한 C 코드 생성

결과

- 시뮬레이션 속도가 실시간 속도로 상승
- 정확한 장비 수요 예측
- 동적 시뮬레이션 가능

“정확한 모델링은 투자 계획뿐 아니라 정전을 일으킬 수 있는 상황을 감지하는 데에도 필수적입니다. *MathWorks* 툴을 사용하면 파워 일렉트로닉스, 기계학, 제어 시스템을 하나의 환경에서 시뮬레이션할 수 있고 모델이 현장에 있는 실제 터빈처럼 반응합니다.”

—리차드 가농(RICHARD GAGNON), HYDRO-QUÉBEC

팀은 Simulink Coder를 사용하여 Simulink 및 SimPowerSystems 모델에서 C 코드를 생성하고 이 코드를 Hydro-Québec의 32프로세서 슈퍼컴퓨터를 사용하여 Hypersim 시뮬레이션 환경에서 실행했습니다.

그 결과로 나타난 실시간 환경에서 팀은 다양한 가동 조건, 풍속 및 고장 시나리오를 가지고 수백 개의 시뮬레이션을 수행했습니다.

시뮬레이션 결과, 풍력 발전 시스템군 모델과 전체 풍력 발전 시스템 모델이 풍력 발전군과 전력 시스템 사이의 공통 커플링 지점에서 동일한 전력과 전류 출력을 생산했음을 확인했습니다.

그런 다음 엔지니어들은 풍력 발전 시스템을 전력 시스템에 통합하는 시뮬레이션을 실행하여 장비 수요와 시험 규정 준수 여부를 평가했습니다. Siemens PSS'E 소프트웨어를 사용하여 과도 응답의 안정도 준수를 검증하고 *MathWorks* 툴을 사용하여 정확성과 신뢰성을 갖춘 EMT 모델을 제작했습니다.

Hydro-Québec은 시뮬레이션 결과를 사용하여 전력 시스템에 4,000메가와트 용량을 추가 배전할 새로운 풍력 발전소 수립 계획을 가능하게 하고 있습니다.

결과

시뮬레이션 속도가 실시간 수준으로

향상되었습니다. 로랭 씨는 “이전에는 대규모 전력 시스템에 연결된 터빈과 관련된 몇 초의 단순한 시뮬레이션에도 여러 시간이 걸렸습니다. 이제는 전체 풍력 시스템에 대한 복잡한 EMT 시뮬레이션을 몇 초 내에 마칠 수 있고 동일한 대규모 전력 시스템에 연결된 풍력 발전군에 대한 시뮬레이션에서는 실시간 속도를 얻었습니다.” 라고 말합니다.

정확한 장비의 수요를 예측할 수

있었습니다. 로랭 씨는 “Simulink 및 SimPowerSystems 참조 모델을 기반으로 한 모델에 안정성 시뮬레이션 도구를 사용하여 풍력 발전 시스템의 전력 시스템 통합을 시뮬레이션하고 얼마나 시간에 따른 필요량을 보다 정확하게 결정할 수 있었습니다. 시뮬레이션을 거쳐 SVC를 한 대만이라도 덜 사용하여 안정적인 작동이 가능함을 확인하면 Hydro-Québec은 수백만 달러를 절약하게 됩니다.” 라고 말합니다.

동적인 시뮬레이션 가능했습니다.

가농 씨는 “기존의 도구로는 직렬 커패시턴스와 풍력 발전소 사이의 상호 작용을 연구할 수 없습니다. EMT 풍력 발전 시스템 모델 덕분에 우리는 직렬보상과 풍력 발전 시스템의 상호 작용과 같은 대규모 전력 시스템을 연구할 수 있었습니다.” 라고 말합니다.

산업

- 에너지 생산

적용 분야

- 수학적 모델링
- 시스템 설계 및 시뮬레이션
- 물리적 모델링
- 제어 시스템

사용 제품

- MATLAB®
- Simulink®
- MATLAB Coder™
- SimPowerSystems™
- Simulink Coder™

Hydro-Québec에 대한 자세한 내용은 다음 웹 사이트를 참조하십시오.

www.hydroquebec.com/en

Hydro-Québec은 SimPowerSystems의 제작자입니다.