

# 발전플랜트 Dynamics 계측 모델링 최적화 기술

차세대전력망연구센터 | 김동준, 문영환

○ 본 기술은 전력망 광역정전 방지와 최적 운영을 위한 대형 발전플랜트 동적 계측 모델링 최적화 기술로서, 1)발전플랜트 모델링 위한 동적 KDSM 계측 기술을 핵심 기술로 하고, 2)측정데이터 분석을 위한 최적 분석 기술과 3)발전 플랜트 모델링 기술이 서로 연결되어 있는 종합 기술로 이루어져 있음.

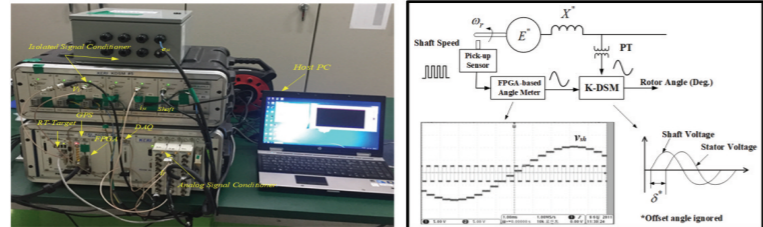
## 기술개념 및 구성

### 기술개념

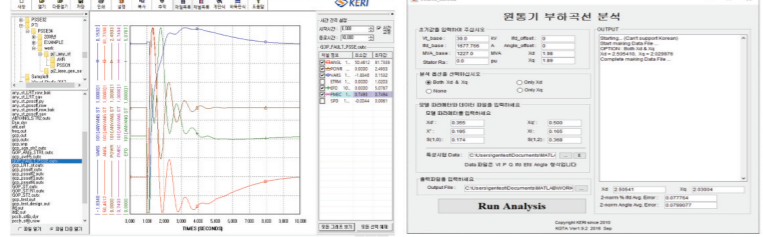
▶ 본 K-DSM 계측 기술은 발전플랜트 모델정수 도출을 위한 동적 계측기 기술로서 주파수, 유효전력, 무효전력, 계자전압, 계자전류, 터빈속도, 그리고 동기 기 회전자 부하각을 측정할 수 있는 페이지 계측 기술임.

### 기술의 구성도

▶ 발전기 특성시험 전용 계측기 K-DSM 계측 기술, 동기 기 회전자 부하각 계측 기술 (특허 등록), 데이터 분석 프로그램 (K-Plot), 동기 기 최적 모델정수 도출 프로그램 (K-GTA).



K-DSM 계측사진, 1GW 화력기 시험 발전기 회전자 부하각 계측 알고리즘



동특성 Data 분석 S/W (K-Plot) 동기 기 최적 모델정수 도출 S/W (K-GTA) [발전플랜트 Dynamic 계측과 모델링 최적화 기술]

### 페이지 계측 기술 (PMU) 기술

국내	기술명	AC 페이지 기술을 이용한 전력계 계측기술 (R사)
	기술 내용	AC 페이지 기술을 이용한 민간 계량기 계측 기술 (단자전압/전류, 유효/전력, 주파수, 4개 신호 측정 기록)
국외	기술명	전력계통 외란 감시 (PSDM) 계측 기술 (P사)
	기술 내용	전력계통 외란 계측 시스템 기술 (주파수, 유효/무효 전력, 단자전압 등 4개 신호 측정 기록)
국외	기술명	DDR/PMU 기술 (Siemens, ABB, SEL, QUALITROL)
	기술 내용	GPS 시각동기화 계측기술을 이용한 전력계통 페이저 전압, 전류 측정으로 MW, Mvar, 위상각, 주파수 측정 기록 기술

### 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
동기 발전기 회전자 상차각 (부하각) 측정 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>Real-time OS 계측기술 및 FPGA 기술 기반 발전기 상태변수 측정기술 개발 완료 (주파수, 유효/무효전력, 단자전압/전류, 계자전압/전류, 회전자 상차각, 터빈속도 등 8개 신호 측정)</li> <li>발전기 단자전압 GPS 시각 Tagging 기술에 의한 다기 계통에서 온라인 동기 기 내부 상차각 상태 감시기술 개발 가능</li> <li>국내 200개 이상의 발전소 현장에서 사용된 고신뢰 고정밀 계측 기록 장비 (원자력기, 대형 화력/복합기, 수력기 포함)</li> </ul>

## 3. 기술의 시장성

### 기술 응용분야 및 제품

- ▶ 기술이 적용되는 사업분야 및 제품(시스템)
  - AC 신호 페이지 신호 측정용 발전 플랜트 상시 계통 외란 감시 시스템 (NI Compact Rio 기반의 K-DSM)
  - GPS를 이용한 다기 계통의 발전 플랜트 상태 감시 및 실시간 과도안정도 평가 기술
  - 주파수 안정도 해석용 스팀터빈, 가스터빈, 수력기, 신재생 발전시스템 등의 정밀 조속기/터빈 모델링을 위한 상시 계측 기술

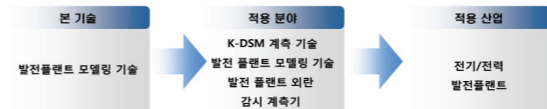


### 시장이슈

- 세계 경제성장과 함께 발전수요도 증가해서 2018년 세계 전기소비량은 25,300TWh로 추정되며, 2040년 세계 전기 소비량은 37,000TWh로 증가할 것으로 전망됨
- 세계 발전원의 설비용량을 살펴보면 석탄 1,987GW, 가스 1,534GW, 수력 1,142GW, 원전 357GW이며, 총 발전량은 24,656TWh로 추정되며, 발전원의 전력생산 비중은 90.3%를 차지하고 있음
- 발전플랜트 외란 감시 계측기로 향후 태양광 풍력 발전단지 등 국내외 모든 발전기와 송변전 설비에 상시 설치 계측기로 상용화 적용과 다기계통 과도안정도 평가 범용 계측기로 해외시장 개척을 추진함

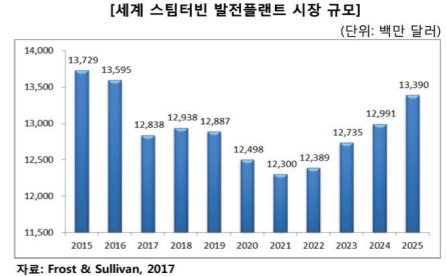
### Supply chain

- 본 기술은 전력플랜트 모델링 최적화 기술로서, 산업부 발전기 특성시험 △ 전력거래소 기술특성자료 제출 고시 △ PSS 건전성 확인 기술 등에 적용이 가능하며, △ 가스터빈 발전설비 △ 스팀터빈 발전설비 △ 신재생 발전설비 △ 원자력 설비 등 상시 감시제어설비로 공급 가능함



### 수요전망

- 세계 스팀터빈 발전플랜트 시장규모는 2016년 135억 달러이고 소폭의 상승과 하락을 지속하다 2025년 133억 달러로 예상됨
- 2019년 국내에는 석탄발전소는 6기, 원자력 발전소는 24기가 운영되고 있음



## 4. 주요 연구성과

### 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	재샘플링 기법이 적용된 시각동기화 페이저 측정장치	한국	10-1034259	2011
등록	발전기 부하각 측정을 포함하는 발전기 외란 페이저 기록방법 및 장치	한국	10-1386015	2014
SCI	A new method of recording generator dynamics and its application to the derivation of synchronous machine parameters for power system stability studies, IEEE Trans, Energy Convers., vol. 33, no. 2, pp. 605-616, June, 2018.	미국	IEEE-TEC	2018
SCI	Impact of a heavy-duty gas turbine operating under temperature control on system stability, IEEE Trans, Power Syst., vol. 33, no. 4, pp. 4543-4552, July, 2018.	미국	IEEE-PWRS	2018

### 기술의 완성도

- ▶ 발전플랜트 최적 모델링 기술 개발 완성기
  - GPS 기반 K-DSMc 시제품 개발 및 현장 테스트 (2020년)
  - 동기 발전기 모델링 최적화 프로그램 개발 (K-GTA)
  - 발전플랜트 분석 툴 개발 (K-Plot)
  - 2012년 산업부 발전기 특성시험 계측기로 활용 시작
  - 2018년까지 국내업체 발전기 특성시험 기술 이전 7건 완료
- ▶ GPS 기반 K-DSMc 기술개발 완료 시기
  - 2019년 12월 : 시제품 개발 현장 시험 완료 예정
  - 2021년 12월 : 현장 적용 및 상용 제품 출시 예정

## 5. 기대 효과

### 기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
  - 국내 전력계통의 외산 PMU 도입 대체 효과 (약 300 억원).
  - 발전기 동기탈조 방지에 의한 광역정전 방지 억제 효과 (1조원/회 광역정전)
  - 광역정전 발생 확률 저하에 의한 사회적 간접비용 감소.
  - 발전플랜트 정밀 모델정수에 의한 발전회사 발전량 제약 송전 완화 효과 (2000억원/년).

### 기술 · 산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
  - 발전플랜트 정밀 모델정수 도출 가능 및 정확한 전력망 안정도 해석에 의한 안정적인 계통 운영 및 보호.
  - 대규모 발전단지의 과도안정도 취약에 따른 실시간 발전플랜트 안정도 감시 가능.
  - 다기 동기 발전기의 회전자 부하각의 실시간 감시 가능.
- 발전플랜트 동적 계측 시스템 국내 업체 기술이전 및 전문가 양성