

# 고객지원 효율화를 위한 전력변환장치 테스트베드 자동화의 개념적 설계

박기식\*, 양승용, 김태경, 조재영, 황일선  
데스틴파워, 목포대학교 외

e-mail : ks.park@destinpower.com, sy,ryang@destinpower.com, et. al.

## Design of PCS Testbed Automation for Efficient Customer Service

Kishik Park\*, Seungyong Ryang, Taekyoung Kim,  
Jaeyoung Cho, Ilsun Hwang  
Destinpower Inc., Mokpo National Univ., et. al.

### 요 약

최근 제4차 산업혁명의 큰 흐름과 함께 코로나-19로 인한 비대면 상황이 지속되어 감에 따라 디지털 트윈이나 자율시스템을 활용한 새로운 형태의 사회변화가 가속화되고 있다. 다른 한편으로는 기후변화 위기 등에 적극 대응키 위한 재생에너지 발전이 급속히 증가하고 있다. 이러한 변화에 따라 전력변환장치가 핵심적인 장치로 부상하고 있으며, 동 장치의 품질 관리 및 유지보수를 위한 기술의 중요성도 그만큼 증가하고 있다. 이에 본 논문에서는 전력변환장치 테스트베드를 자동화하기 위한 개념적 설계에 관하여 논의하고자 한다.

현재까지 전력변환장치 테스트베드의 완전한 디지털트윈화를 통한 관리 및 운영은 관련된 제품 및 기기를 둘러싼 인프라가 충분히 갖추어져 있지 못할 뿐만 아니라, 유관 제품생산자와 고객들의 시스템 디지털화가 미흡한 상태여서 상당한 시간이 더 소요될 것으로 예상된다. 하지만, 동 분야의 체계적 인프라 구축과 더불어 기술의 급속한 발전으로 머지않아 전력변환장치 테스트베드 완전한 디지털트윈화의 실현이 될 수 있으리라 기대한다.

본 논문에서는 전력변환장치 테스트베드의 자동화 필요성, 국내외 기술현황 등을 살펴보고, 현재까지의 테스트베드의 자동화를 위한 개념적 구조와 설계에 초점을 맞추어 살펴보고자 한다.

### 1. 서 론

4차산업혁명 핵심기술이자 코로나19 비대면(Untact) 기술로서 각광 받고 있는 자동화기술 관련 시장은[1] 2019년 이후 연평균성장률 37.87%의 높은 성장세를 보이고 있으며, 국내 디지털트윈 시장은 '23년까지 연평균 16.3%의 성장세(5.94억 달러)를 보일 것으로 전망되고 있으나 에너지 산업 분야의 자동화 기술 적용과 실증을 통해 국내 주력 산업 시장으로 확산될 경우 '25년 이후에는 연평균 20% 이상의 성장세를 달성할 수 있을 것으로 예측된다.[2]

특히, 스마트에너지 산업을 위한 디지털트윈의 핵심 기술로서 테스트 자동화 기술은 향후 스마트 시티, 스마트 산업, 스마트 팜 등에 적용되어 현실세계와 가상세계를 하나의 공간으로 결합하여 문제가 발생하기 전에 차단함으로써 중단 시간을 방지 등 에너지산업 분야에서의 획기적 생산성 개선이 기대된다.

향후 장기적 안목에서 테스트 자동화 기술을 기반으로 한 전력 생산의 프로세스의 최적화, 생산성 향상, 비용 절감을 통해 범국가차원에서 추진하고 있는 스마트그리드 및 신재생에너지 2030 프로젝트의 완성도를 높여 전력의 안정적 수요공급 조절, 신재생에너지 인프라 확대와 이용 활성화를 촉진함과 동시에 에너지원을 다양화하고 에너지 자립도를 증진하는 효과를 유발할 것으로 예상된다.

테스트베드를 포함한 자동화 기술은 코로나 19로 인해 발생하는 사회적 문제를 해결하고 비대면 산업경제를 촉진하여 공공과 민간 부분의 협력을 강화하고 사회·경제의 디지털화와 관련된 기술개발을 촉진하여 매년 10,000명 이상의 전문인력 양성을 육성할 수 있을 것으로 예상되며, 특히 에너지 디지털트윈 플랫폼 및 실증단지 구축을 통해 녹색산업혁신 생태계를 조성하여 범국가적 차원의 탄소 저감과 그린 뉴딜 정책의 핵심가치 구현을 촉진할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

본 논문에서 다루고자 하는 전력변환장치 테스트베드 자동화 설계를 함에 있어서 중점적으로 고려한 사항들을 요약하면 아래와 같다.

- 전력변환장치의 기계적인 제품 성능 시험 과정을 수작업에서 자동으로 프로그램화 구현

- 기본적인 목적으로는 사람이 하나하나 진행하는 수검사 시 발생하는 작업자의 컨디션 혹은 예상치 못한 실수 등으로 인하여 휴먼에러(Human Error)를 최소화하기 위해 일정한 패턴으로 검사가 가능토록 하며, 이에 따른 검사 시간의 단축 및 작업자의 피로도 감소를 통한 효율성 제고

- 장치 특성상 전기를 다루게 되는 부분에서 자동화로 인한 사고 등을 미연에 방지할 수 있도록 안정성 확보

## 2. 국내·외 기술 현황 분석

### 2.1. 주요국의 자동화 실시간 시뮬레이션 시험 시스템 개발 현황

ABB의 경우 Medium Voltage 전력기기의 제어기 평가를 위해서 이미 실시간 시뮬레이터를 이용하고 있다. ABB는 제어성능 목적을 달성하기 위해 전력변환장치를 매우 상세한 실시간 시뮬레이션을 설계하고 수행할 수 있을 정도의 정교한 톨과 위험 및 극한의 상황에서 동작을 모사하는 것이 필요하여, 실시간 시뮬레이터를 도입 후 시험을 통해 모든 컨버터가 올바른 작동 및 안전을 확인한 바 있다. [3]



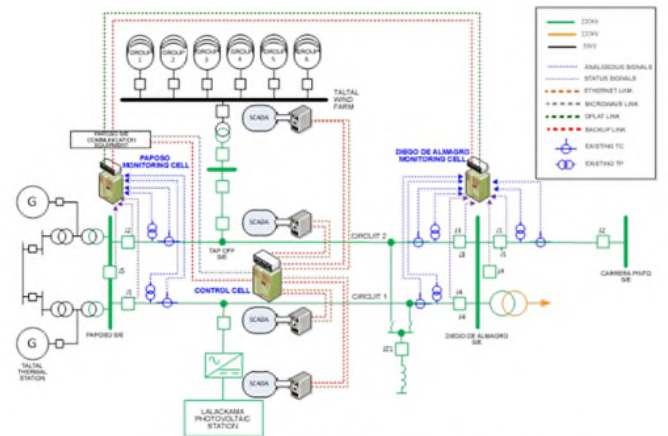
(그림2) ABB社의 ACS6080 Project - 2017-

→ 오른쪽 아래 플랜트를 대신하여 시뮬레이터가 장착됨.

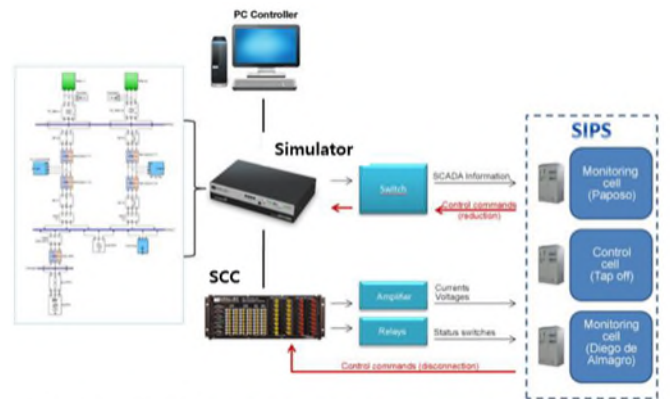
칠레 및 라틴아메리카에 전력분야 관련 모니터링, 프로텍션(Protection), 제어솔루션을 제공하는 CONECTA社는 칠레의 한지역의 풍력 발전단지와 태양광발전 단지의 전력을 최고로 발전할 수 있는 시스템의 EDAG / ERAG (Detached Equipment/Generation Reduction) SIPS<sup>1)</sup> 보호장치(protection)를 개발·구축하였다. 이때 실시간 시뮬레이터를 이용하여 가상의 실제 시스템을 구축하여 실제 개발된 제품을 연결하여 기존 시험 시나리오보다 더욱 많은 항목들을 시험하고 안정성을 평가하고 시스템을 구축하는데 성공한 바 있다. 본 시스템 개발 및 구축의 성과는 아래와 같이 요약된다.

- FAT(Factory Acceptance Test) 준비 및 실행시간 감소(3~4주에서 5일)
- 전문기술자 등 활용인력 감소(3~4명에서 1명)
- 기본 방법으로 탐지가 불가능하거나 매우 어려운 SIPS의 문제 및 프로그래밍 오류를 탐지하고 수정
- FATs의 철저하고 포괄적인 개발로 인해 SAT(Site Acceptance Test)수를 줄이고 시험에 투자하는 시간 감소
- SAT(Site Acceptance Twst) 준비 및 개발을 위한 인적자원 감소 및 실험자원의 사용 감소
- 납기일 감소 (약 3주)

1) SIPS (System Integrity Protection Schemes, 시스템 무결성 보호 체계) : 잠재적으로 위험한 조건에서 전력 시스템(EPS)의 위험에 처한 부분의 완전한 정전을 방지할 수 있는 체계



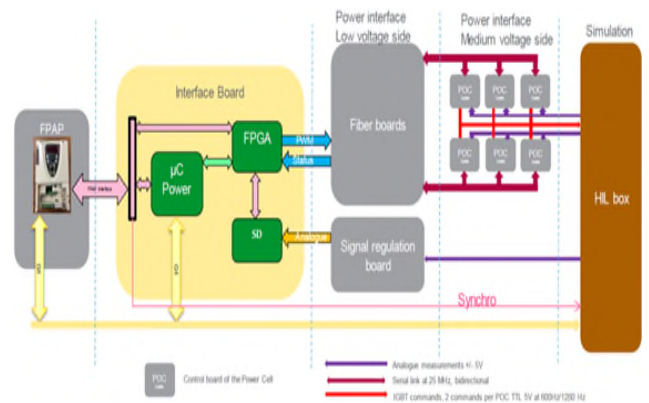
<SISP Scheme of Diego de Almagro - Paposo>



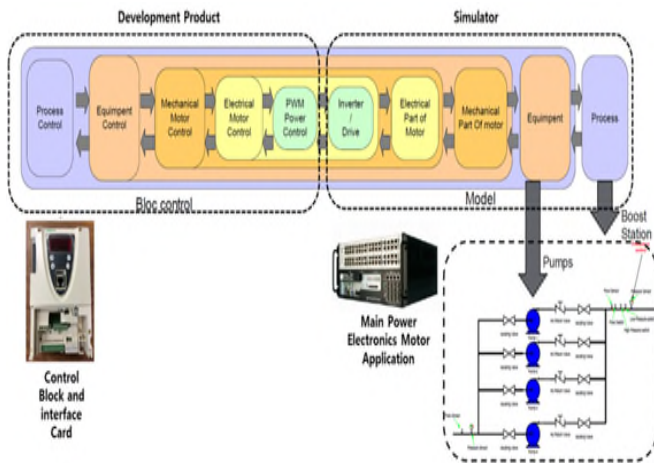
<Architecture of SIPS FATs DdA-Paposo - Power Hardware in the Loop>

(그림3) CONECTA社의 SIPS 시험평가시스템 구성

세계적인 기업인 슈나이더전기(Schneider Electric)는 MV Drive분야의 다양한 플랫폼의 성능 평가를 위해서 실시간 시뮬레이터를 이용하여 아래와 같은 가상의 플랜트를 구성하여 다양한 성능검증을 실시하고 있다.[3]



(그림4) 프로토타입용 플랫폼 및 인터페이스



(그림5) 테스트 시스템 구조

### 3.2. 국내 기술현황

국내에서도 최근 주요 인버터나 전력변환장치 생산 및 개발업체들은 하드웨어보다 소프트웨어 개발에 집중하고 있는 것으로 나타났다. 그러나, 기존의 전력 변환 기술만이 아닌 각종 생산설비들과의 연결을 통해 데이터를 수집·분석하고 효율적인 운영을 위한 기술들이 개발되고 있으나, 국내 업체의 상황은 소프트웨어 및 검사 등 자동화 기술개발은 아직까지 전무한 현실이다.

## 3. 테스트베드 자동화 기술개발

### 3.1. 테스트베드 자동화를 위한 개념 구축

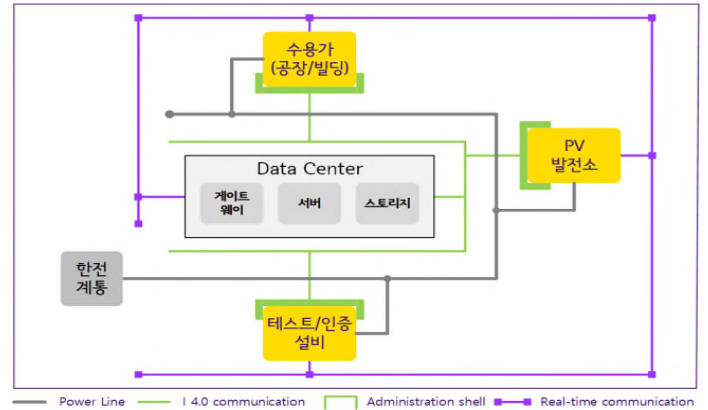
본 고에서 다루고자 하는 “전력변환장치 테스트베드 자동화 기술개발”은 미래형 스마트에너지 산업을 가속화하기 위한 핵심적 요소기술로서 우선적으로 기능검사에 중점을 두어 추진하였으며, 보다 구체적으로 아래와 같은 사항들을 실현하는 것을 지향하였다.

- 미래형 스마트에너지 산업 효율성 제고 : 최근 탄소배출 저감을 위한 재생에너지 분야에 필수적으로 투입되는 전력변환장치(PCS) 및 인버터의 제품생산 및 고객지원 시 품질 관리절차에 자동화된 기능검사를 도입함으로써 비즈니스의 효율성을 획기적으로 향상시킬 수 있도록 함
- 스마트에너지 관련 제품 생산의절차의 안전성 확보 : 고압을 다루는 전력변환장치(PCS)의 시험 과정에서 발생할 수 있는 시험 인력의 감전 등 위험을 기능검사 중심의 자동화를 통하여 안전성을 확보할 수 있도록 함.

이와 함께, 미래형 에너지 산업 발전을 위한 기반 조성을 통하여 제4차산업혁명의 화두인 인더스트리 4.0을 지향한 전력변환장치(PCS) 테스트베드의 자동화된 기능검사는 향후 에너지산업의 디지털트윈화를 이루기 위한 중요한 기반기술의 확보 및 실질적인 운용 경험을 통해 미래형 에너지산업구조로의 전환을 가속화하는 계기를 마련함과 동시에, 향후 전력변환장치(PCS) 테스트베드의 기능검사 중

심의 자동화 기술개발을 기반으로 디지털트윈의 구현을 지향하는 장기적인 관점에서 에너지산업 분야에 스마트팩토리의 실현으로 발전시켜 나아갈 예정이다.[4]

현재 디지털트윈 개념에 기반하여 설계한 전력변환장치 테스트베드 자동화 구축 개념도를 요약하면 아래 그림과 같다.



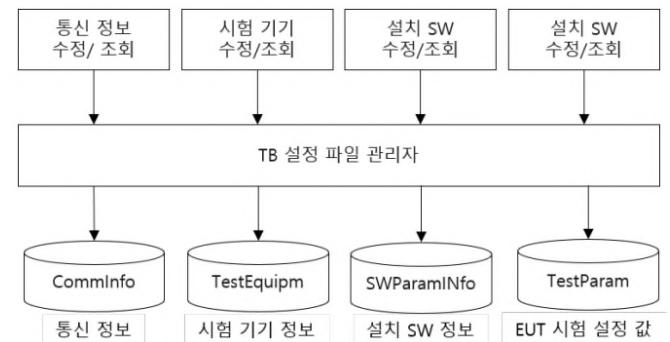
(그림 6) 디지털트윈 연동 및 파일럿 테스트베드 구축 개념도

### 3.2. 테스트베드 자동화를 프로그램 설계

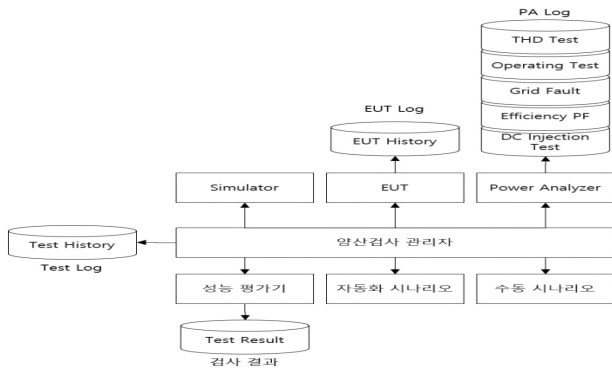
앞서 살펴본 전력변환장치 테스트베드 구현을 위한 프로그램 설계는 아래와 같은 8개의 세부 모듈로 구현하였다.

- 테스트베드의 통신과 시험 장비 정보 설정 모듈
- 검사정보 입력 모듈
- 테스트 시작을 위한 데이터 저장 조회 기능 모듈
- 테스트 정보 진행정보 기록 모듈
- 테스트 재시작을 위한 진행정보 조회 모듈
- 테스트 절차 수행 정보 기록 및 조회 모듈
- 수동 테스트 정보 기록 모듈
- 수동테스트와 자동테스트 결과 정보 취합 모듈

각각의 모듈들은 해당 모듈에서 구현되어야 할 핵심기능과 모듈흐름도를 중심으로 설계가 이루어졌으며, 예시로 가장 중요한 2개의 모듈 흐름도를 보면 아래와 같다.



(그림7) 통신과 시험 장비 정보 설정 모듈 흐름도



(그림8) 시작 시 데이터 저장/조회/기능 모듈 흐름도

### 3. 결론 및 제언

본 논문에서는 최근 재생에너지 발전의 급속한 증가에 따라 중요한 위치를 차지하고 있는 전력변환장치의 생산 및 관리와 유지보수를 보다 효율적으로 하기 위한 테스트베드 자동화와 관련된 개념적 구조와 설계에 관하여 살펴 보았다. 전력변환장치는 새로운 에너지 정책을 기반으로 재생에너지 전력변환장치의 수요 증가와 더불어 제조업체나 시험기관의 수요 증가가 예상됨에 따라 기능검사 등을 포함한 테스트베드 자동화를 통한 생산성 향상과 제품 신뢰성 향상이 더욱 중요해질 것이다.

현재 국내외 전력변환장치 생산업체들에서 기능검사 등 시 일부 테스트베드 자동화를 도입하고 있으나 전체적인

테스트시스템의 자동화를 하고 있는 업체는 없는 상황으로 본 기술의 완성도와 현장 적합성을 높인다면 동 분야의 제조 및 생산업체나 관련 시험기관 등의 검사 자동화 솔루션을 제공하는 새로운 부가가치 창출이 가능할 것으로 예상된다.

뿐만 아니라, 아직까지 미흡하기는 하지만 4차 산업혁명을 지향한 다양한 디지털 기술이 산업에 널리 적용되어 가고 있어서, 미흡하나마 본 테스트베드 자동화에 대한 연구가 향후 미래형 에너지산업 발전에도 긍정적으로 기여할 수 있기를 기대한다.

### 참고 문헌

- [1] Amazonr, et.al., “ 초 자동화 시장 진화하는 기술 및 성장 전망 2021 ~ 2025”, <https://icibs.org/technology/555612/>, 2021.04.
- [2] 손정민, “자동화가 고용, 생산성, 수익성에 미치는 동적효과“ file:///C:/Users/kishi/Downloads/ , 2013.
- [3] OPAL-RT User Conference 2017 & User Case, 2017.
- [4] 박기식, 오성진, 강창구, 성인모, Aranya Sakar, “에너지 디지털트윈을 위한 요구사항 분석 및 AAS 설계”, 스마트미디어저널, 2020. 12