

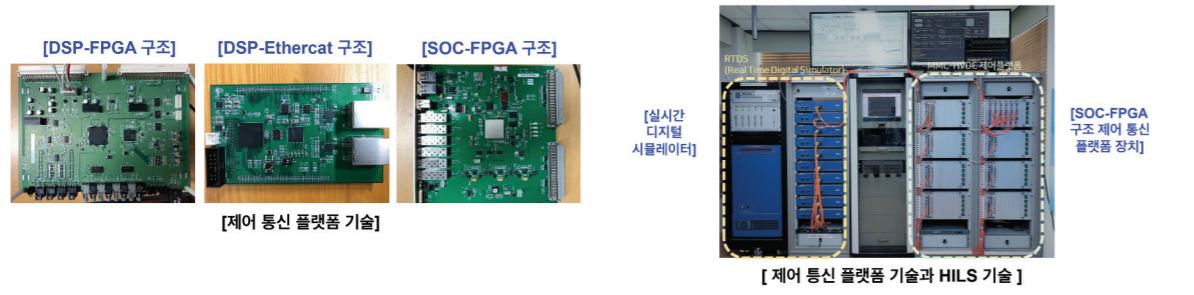
027 전력변환시스템용 제어플랫폼 기술

전력변환연구센터 | 강대욱, 이준민

○ 전력 송배전 시 전력 변환 시스템은 소용량부터 대용량까지 직류와 교류간 상호 변환이 가능해야 한다. 이는 Low, Middle, High-voltage로 분류되어지며 각 전압 단계별 효율성 및 신뢰성이 높은 제어기를 설계하는 기술임

기술개념 및 구성

- 기술개념
 - ▶ 본 기술은 모듈 기반의 중/대용량 전력변환장치를 연계하기 위한 제어 통신 플랫폼에 대한 기술의 개발과 이를 검증하기 위한 HILS(Hardware In the Loop Simulator) 기술을 개발 하는 것임.
- 기술의 구성도
 - ▶ 다양한 구조의 제어 통신 플랫폼 기술과 이를 검증하기 위한 HILS 기술임.



1. 기술 개요

- 기술개발의 필요성
 - ▶ 2030년까지 재생에너지 발전량 비중 20%를 목표로 한 "재생에너지 3020 정책" 을 발표함으로써 대규모 수상 및 간척지를 활용한 태양광과 육상풍력, 대규모 계획단지로 조성된 해상풍력 등을 단계적으로 확대하는 방안을 계획하고 있으며 이를 연계하기 위한 기술로서 중/대용량 직류 송배전 시스템에 대한 관심이 증대하고 있음. (제8차 전력수급기본계획, 제3차 에너지기본계획)
 - ▶ 중/대용량 직류 송배전 시스템을 구성하는 전력변환장치는 모듈 구조를 단위로 하여 상위 제어기와 연결되는 계층구조의 제어 구조를 가지며 모듈의 개수에 따라 여러가지 통신 기술로 상호 연결됨.
 - ▶ 용량과 기능에 따라 상위제어기와 다수의 모듈제어기간의 효율성 및 신뢰성을 높일 수 있는 제어 통신 플랫폼을 설계할 수 있는 기술이 필요함

2. 기술 내용

- 기술의 특징
 - ▶ 기술의 특징점
 - 각 단계별 제어주기를 고려하여 10Mbps 에서 최대 5Gbps 까지 통신 속도 보장
 - 산업용 통신 프로토콜을 이용한 네트워크 표준화
 - 빠른 제어주기를 갖는 대용량 컨버터는 로직레벨에서 고속 연산 처리
 - DSP와 FPGA 간 인터페이스를 통하여 다양한 어플리케이션 구현 가능
 - ▶ 기술의 상세 규격
 - 5Gbps Aurora Protocol, 10μ 제어 주기
 - 100Mbps Ethercat Protocol, 100μsec 제어 주기

- 20Mbps Aurora Protocol, 100μsec 제어 주기
- Packet간 인터페이스 및 동기화 기술
- 경쟁기술과 차별성
 - ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
 - 제어 통신 플랫폼 기술 및 HILS 기술

구분	기술명	기술내용	
		국내	고속 Serial 기반의 제어 통신 플랫폼 기술
국외	Ethercat 기반의 제어 통신 플랫폼 기술	Ethercat 통신을 사용한 100μsec의 제어 주기 구현	
	DSP - FPGA 기반의 제어 통신 플랫폼 기술	고속 Serial 통신을 사용한 10μsec의 제어 주기 구현	

경쟁기술	본 기술의 우수성
DSP-FPGA 고속 Serial 기반 기술 및 HILS 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 하나의 SOC-FPGA 소자로 제어 및 통신 알고리즘을 10μsec이 내의 고속으로 처리함 • 다양한 제어 플랫폼 기술을 HILS로 검증하기 위한 인터페이스 및 동기화 기술

- ▶ 경쟁 기술 대비 우수성

3. 기술의 시장성

- 기술 응용분야 및 제품
 - 발전소 및 변전, 송전소 등 전기송배전 시스템에 적용 가능
 - 에너지저장장치(ESS), 마이크로그리드 등 스마트 그리드에 적용 가능

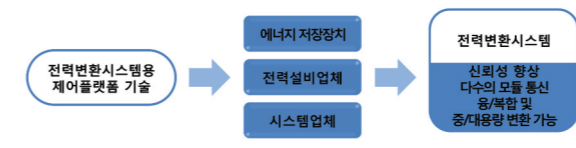


■ 시장이슈

- 세계 전력시장은 기존의 공급 위주에서 효율성 위주로 이동 중이며 최근 스마트 그리드와 신재생 에너지사업 활성화 등으로 인해 ESS(에너지저장시스템)에 대한 관심이 증가하고 있음
- 국내외 정책 동향을 보면, 신재생 에너지 발전 비중 증가를 위해 ESS 공공 설치 의무화, 보조금 지원 등 관련 산업 육성 정책을 추진하고 있음
- 미국 에너지부에 따르면, 2018년 기준 국가별 ESS 설치 비중은 미국 (36.8%)로 높은 점유율을 보였고 한국, 독일, 호주, 일본이 10% 대로 뒤를 이었음

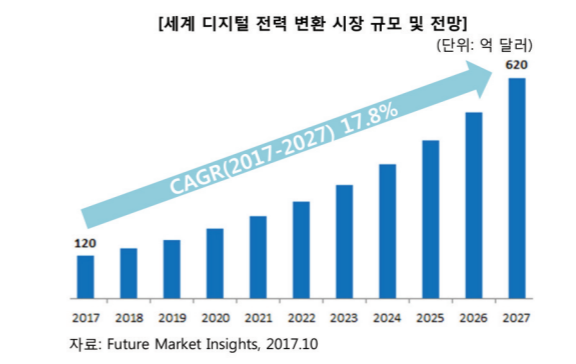
■ Supply chain

- 본 기술은 전력변환시스템용 제어플랫폼 기술로 대용량의 직류-교류 상호 변환도 가능하며 신뢰도와 안정성이 향상됨



■ 수요전망

- 세계 디지털 전력 변환 시장은 2017년 120억 달러에서 연평균 17.8%로 성장하여 2027년 620억 달러까지 증가할 것으로 전망됨
- 국내 ESS 에너지 저장설비 규모는 지난 2012년 1MWh에서 2018년 3,632MWh로 7년 만에 3000배 이상 성장함



4. 주요 연구성과

- 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	모듈러 멀티레벨 컨버터 서브모듈의 커패시터 전압 조정 방법 및 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램을 기록한 기록 매체	한국	10-2018-0139549	2018
등록	모듈러 멀티레벨 컨버터의 변조 방법	한국	10-1521546	2015

■ 기술의 완성도

- ▶ TRL 5 수준의 기술완성도 단계 : Stand-alone Test 수준의 시제품 개발
- ▶ 개발 기술 범위 : 모듈러 멀티레벨 컨버터용 제어 통신 플랫폼 기술 및 HILS 기술
 - 432개 단위 모듈을 연계한 SOC-FPGA 제어 통신 플랫폼 기술
 - 10개 단위 모듈을 연계한 DSP-Ethercat 제어 통신 플랫폼 기술
 - 4개 단위 모듈을 연계한 DSP-FPGA 제어 통신 플랫폼 기술
 - 제어 플랫폼 기술 검증용 HILS 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 2018년 12월 : SOC-FPGA 제어 통신 플랫폼 기술 및 HILS 기술

5. 기대 효과

- 기술 도입 효과
 - ▶ 경제적인 효과
 - 3020 신재생에너지 발전계획에 따라 수십 GW의 태양광 및 풍력 발전을 위한 모듈 형태의 중/대용량 전력변환장치에 대한 수요가 증대할 것으로 기대됨
 - 신재생에너지 수용률 증대를 위해 전용의 MVDC 선로를 설치시 HVDC-MVDC 및 MVDC-LVDC 간 모듈 형태의 중/대용량 전력변환장치에 대한 수요가 증대될 것으로 기대됨.
 - 다수의 모듈을 통신으로 융/복합하여 하나의 시스템으로 제어하는 융/복합 시스템 분야에서 수요가 증대될 것으로 기대됨.

■ 기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
 - 경제성을 고려한 고신뢰 제어기 설계 가능
 - Real-Time Digital Simulator와의 연계를 통해 HILS (Hardware In the Loop Simulation) 검증 가능
 - DSP의 Floating Point 연산과 FPGA 고속 병렬 연산 기술을 적용하여 통신 시스템과 제어 알고리즘의 성능 극대화 가능