

LS ELECTRIC Power Electric Solution

- 목차 -

1. FACTS & MVDC Solution
2. Smart DC Distribution Solution
3. Grid Connected PCS Solution

2024.07.02

FACTS & MVDC Solution

An aerial view of a city at night, with a glowing blue circular graphic overlaying a central building. The graphic consists of a series of blue dots forming a circle, with a bright blue light source at the top. The text "NO CONTACT, ON CONNECT" and "LS ELECTRIC" is overlaid on the graphic.

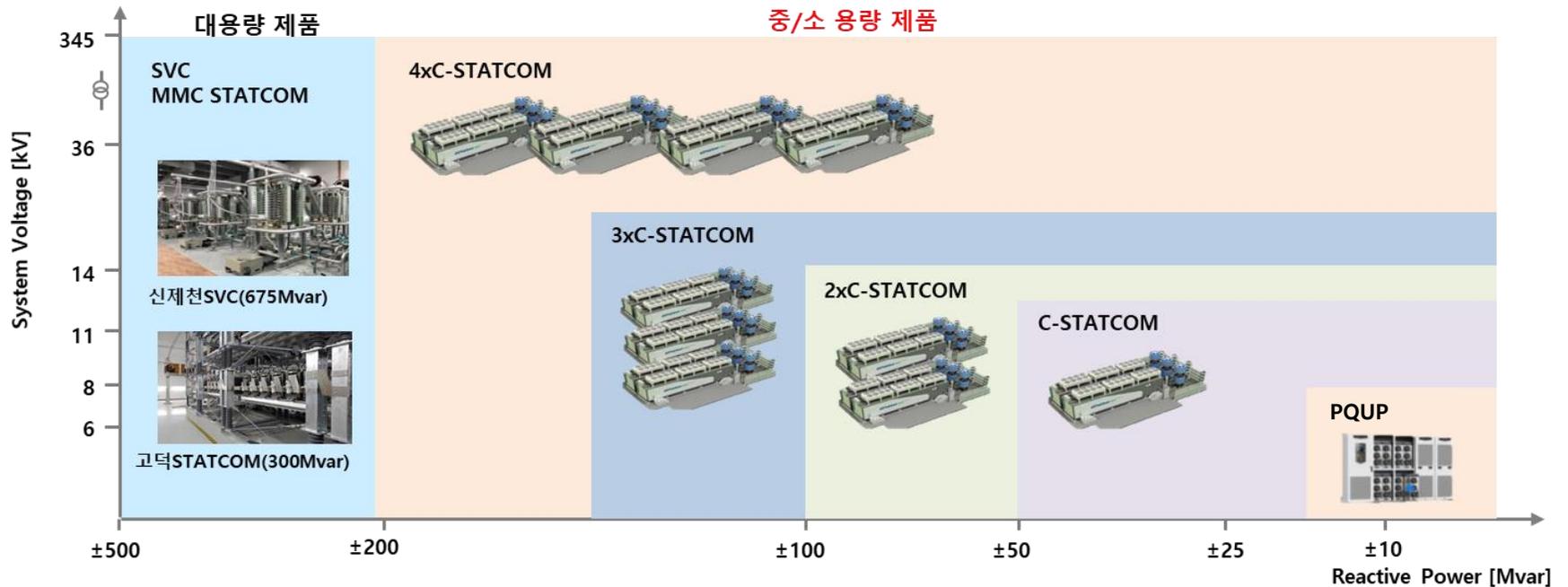
NO CONTACT, ON CONNECT
LS ELECTRIC

LS ELECTRIC 보상용량 및 적용분야에 따라 다양한 종류의 STATCOM Solution을 제공
 : B-STATCOM (빌딩형), C-STATCOM (Compact 컨테이너형), PQUP (판넬형)

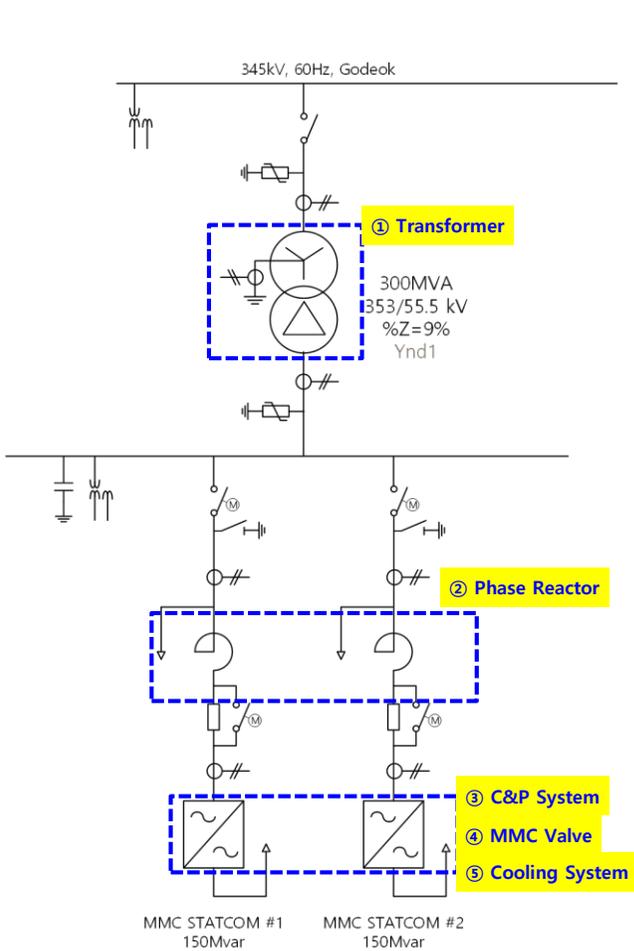
제품군



Line up

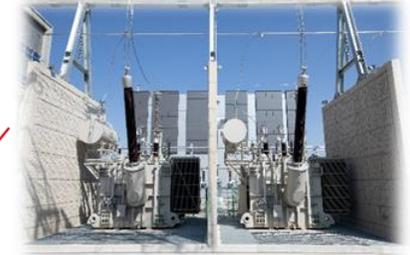
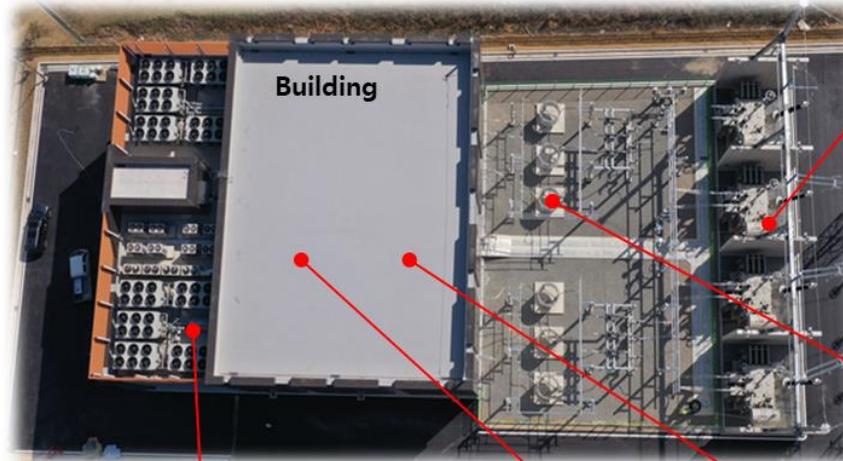


B-STATCOM은 송전계통 전압안정화를 목적으로 적용되는 수백Mvar 이상의 대용량 STATCOM으로 설치목적 및 조건에 따른 시스템 설계를 통해 최적화된 전압안정화 솔루션 제공



* MMC : Modular Multilevel Converter
* C&P : Control and Protection

(30m x 60m)



① Transformer



② Phase Reactor



⑤ Cooling System



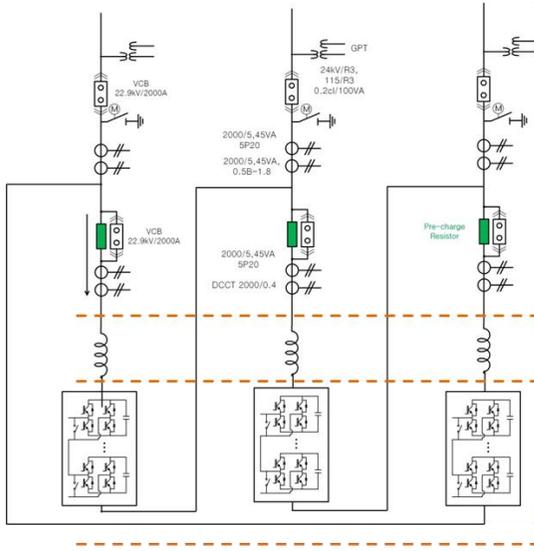
④ MMC Valve



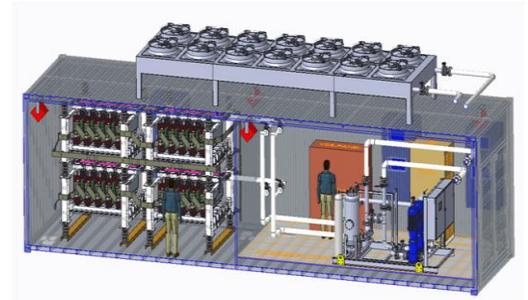
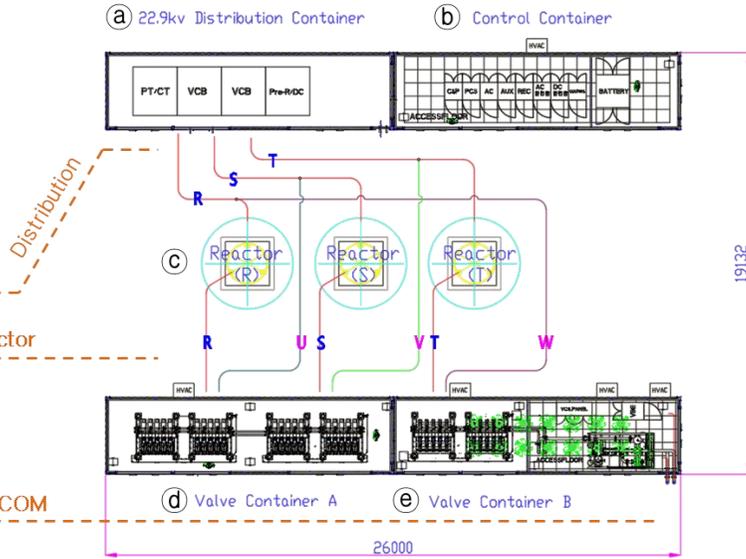
③ C&P System

C-STATCOM은 이동성 및 설치 용이성 확보를 위한 컨테이너형 STATCOM으로 22.9kV 이하 직결 가능하며 보상 목적/조건에 따라 최적의 용량/컨테이너 수량/Layout 등 선정

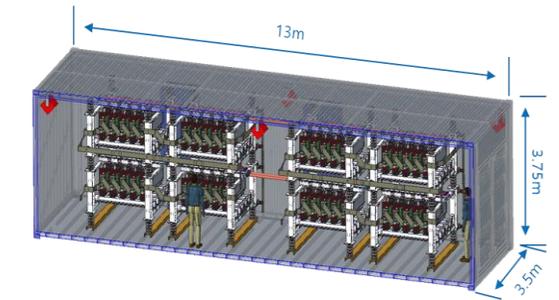
C-STATCOM Circuit Diagram



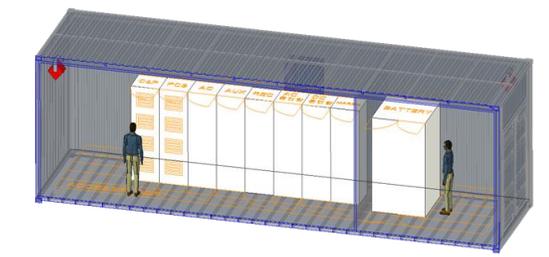
50Mvar C-STATCOM Layout



[Valve Container B]



[Valve Container A]



[Control Container]



PQUP은 125kVar 단위 MSSP를 기반한 Panel형태의 저압용 무효전력공급 장치로 착탈식 MSSP 구조로 **2,000kVar까지 확장**이 용이하여 **역률 개선/전압 안정화/저차 고조파 보상** 기능 제공

[PQUP 구성]



[용량별 PQUP 외형도 및 사이즈]

[250kVA/500kVA]



[1,540mmx890mmx2,203mm]

[1000kVA]



[2,140mmx890mmx2,203mm]

[1500kVA]



[2,740mmx890mmx2,203mm]

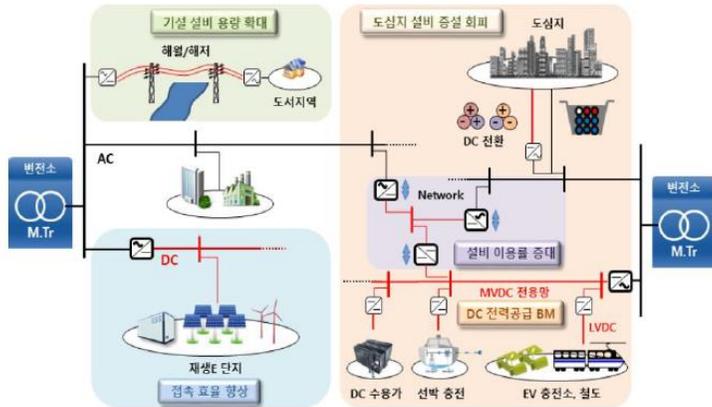
[2000kVA]



[3,330mmx890mmx2,203mm]

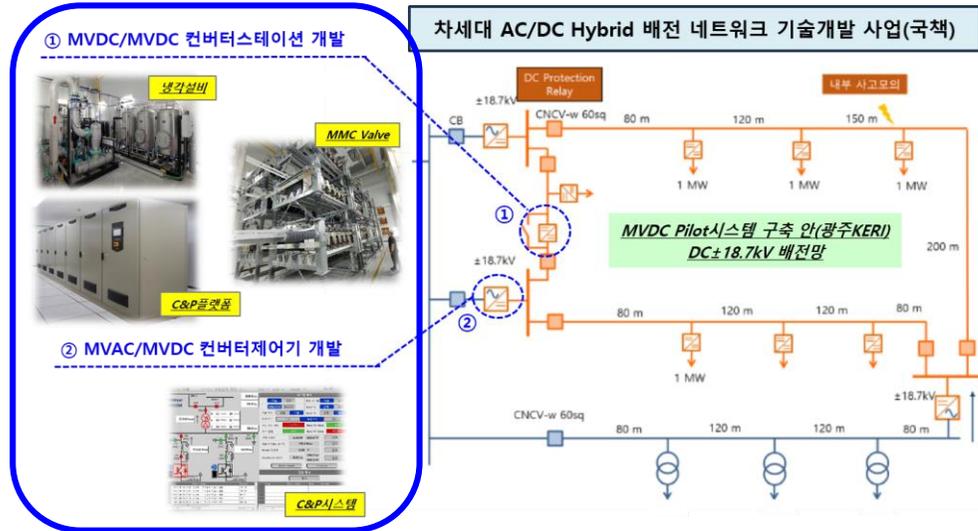
AC-DC Hybrid 배전망을 위한 MVDC Pilot Project 및 철도신급전 시스템을 Target으로 국책과제에 참여하여 MVDC 컨버터스테이션 및 컨버터제어 기술 개발(~'27) 진행 중

AC-DC Hybrid 배전망

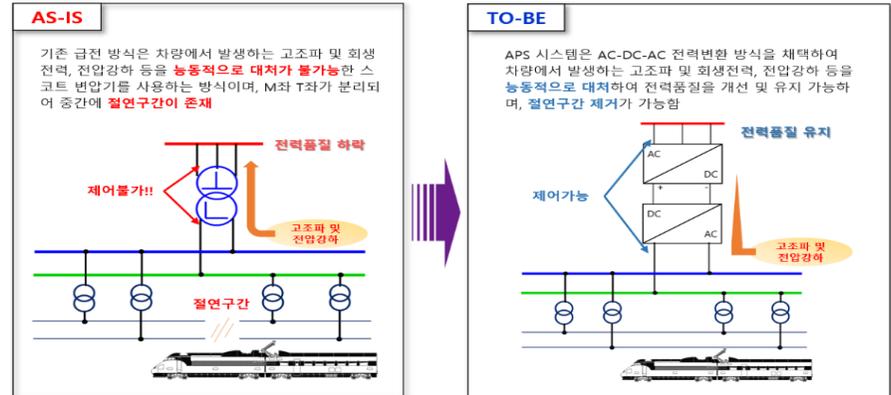


MVDC Pilot Project 적용

MVDC Pilot Project 대상부지 잠정



철도신급전 시스템 적용



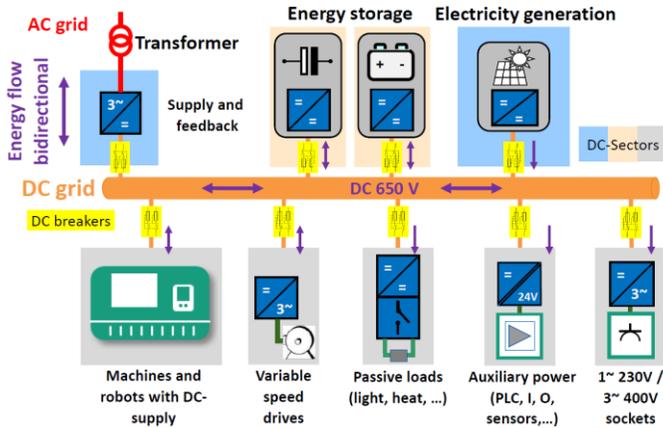
Smart DC Distribution Solution

An aerial view of a city at night, with a glowing blue circular energy field or ring of light centered over a building. The building has a grid of solar panels on its roof. The scene is illuminated with blue light, creating a futuristic and high-tech atmosphere.

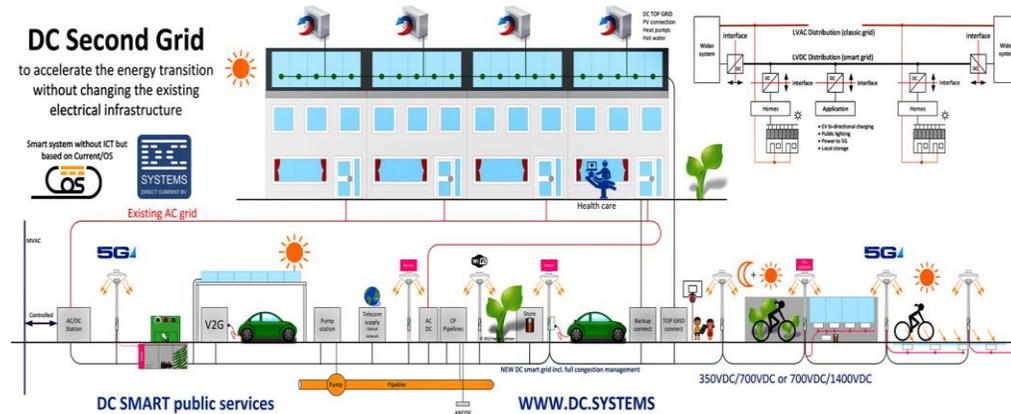
NO CONTACT, ON CONNECT
LS ELECTRIC

DC-Industrie와 Current OS에서는 다양한 프로젝트 수행을 통해 DC grid의 효과를 검증하고, DC 기반의 전력망 구축에 필요한 프로토콜 및 규격 등을 수립하고 있음.

DC-Industrie

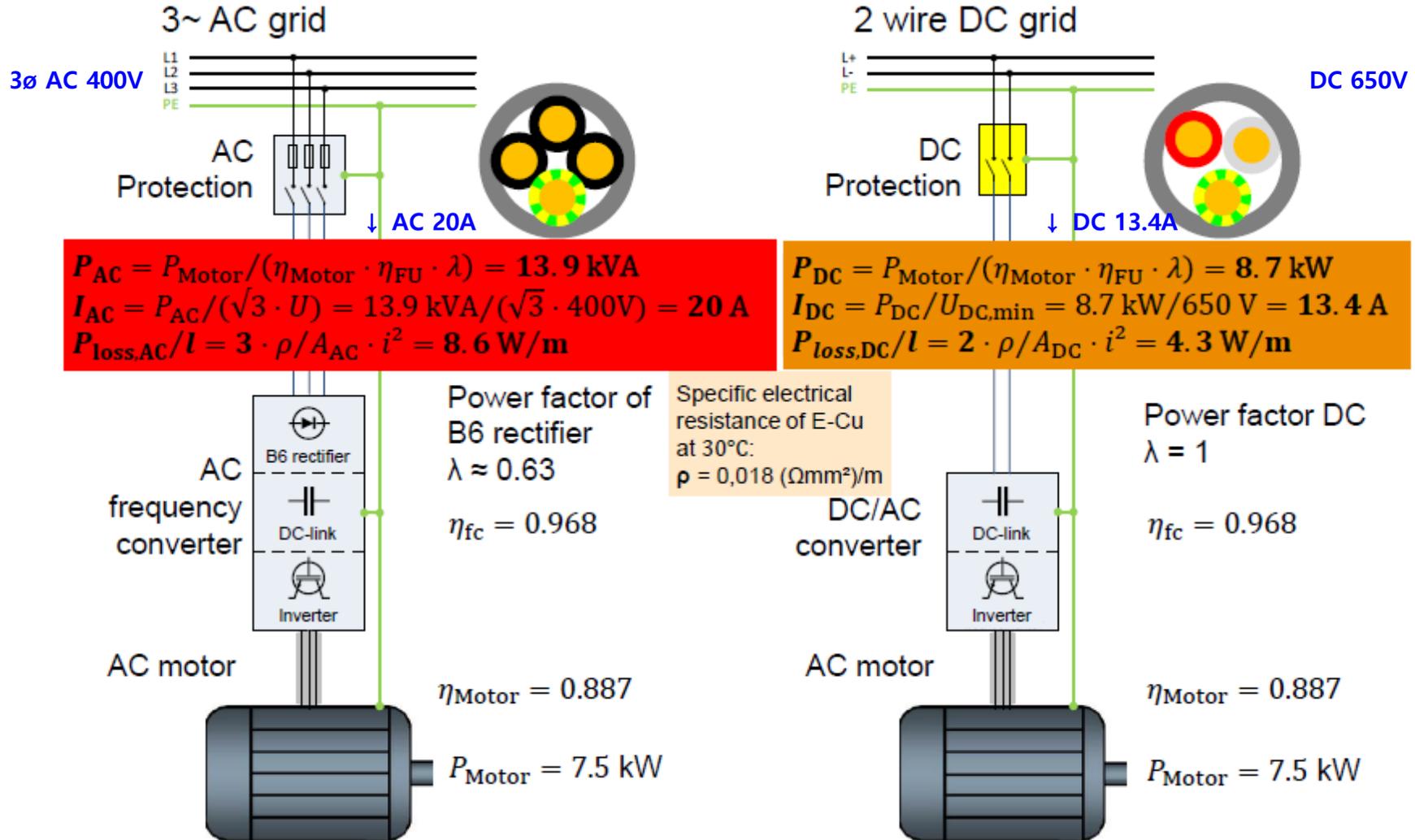


Current OS



- 기존 전력망으로부터 공급받는 전력(feed-in power)를 줄일 수 있으며, 전력변환(AC-DC/DC-AC) 과정을 줄임으로써 그리드 전체의 에너지 효율을 향상 시킬 수 있음.
- PV 등 신재생에너지와 ESS의 전력변환(DC-AC) 없이 직접 그리드에 연결하여 활용도 및 효율을 개선시킬 수 있음.
- DC 관련 설비/장치의 사이즈, 무게 및 가격을 낮출 수 있어 그리드 구축에 경제성이 향상 됨.
- DC 배전망은 AC 배전망과 동등한 안전성 및 안정적인 전력을 공급할 수 있으며, 전력관리 시스템 등을 통해 DC 계통을 효율적으로 관리할 수 있음.

- 에너지 효율 검토 : 7.5kW 3상 AC 모터 부하를 기준할 때, 구리 사용량의 55% 및 케이블 손실의 50% 손실 감소
- DC Cable 적용 방법에 따라 최대 70%까지 손실 감소



- Mercedes-Benz Factory 56 : CO2-neutral Production !
- 태양광 발전 및 배터리 시스템 적용 DC 배전구축으로 에너지 비용 절감 등의 효과 예상

Current DC project: NExT Factory from Schaltbau, Velden

Every kWh of energy saved does not have to be produced, transported or regulated

ODCA
direct current by zvei

TH OWL
TECHNISCHE HOCHSCHULE
OSTWESTFALEN-LIPPE
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES
AND ARTS



Source: Guido Bachmann NExT Factory – Velden, Webinar DC-Ready, Fraunhofer IPA, Stuttgart 2022

The energy DC system in figures

Consumer heat/cooling

- Cooling demand: 1,500 kW
- Heating demand: 1,100 kWh
- Thermal storage: 10 MWh
- high-bay warehouse

Energy generation and storage

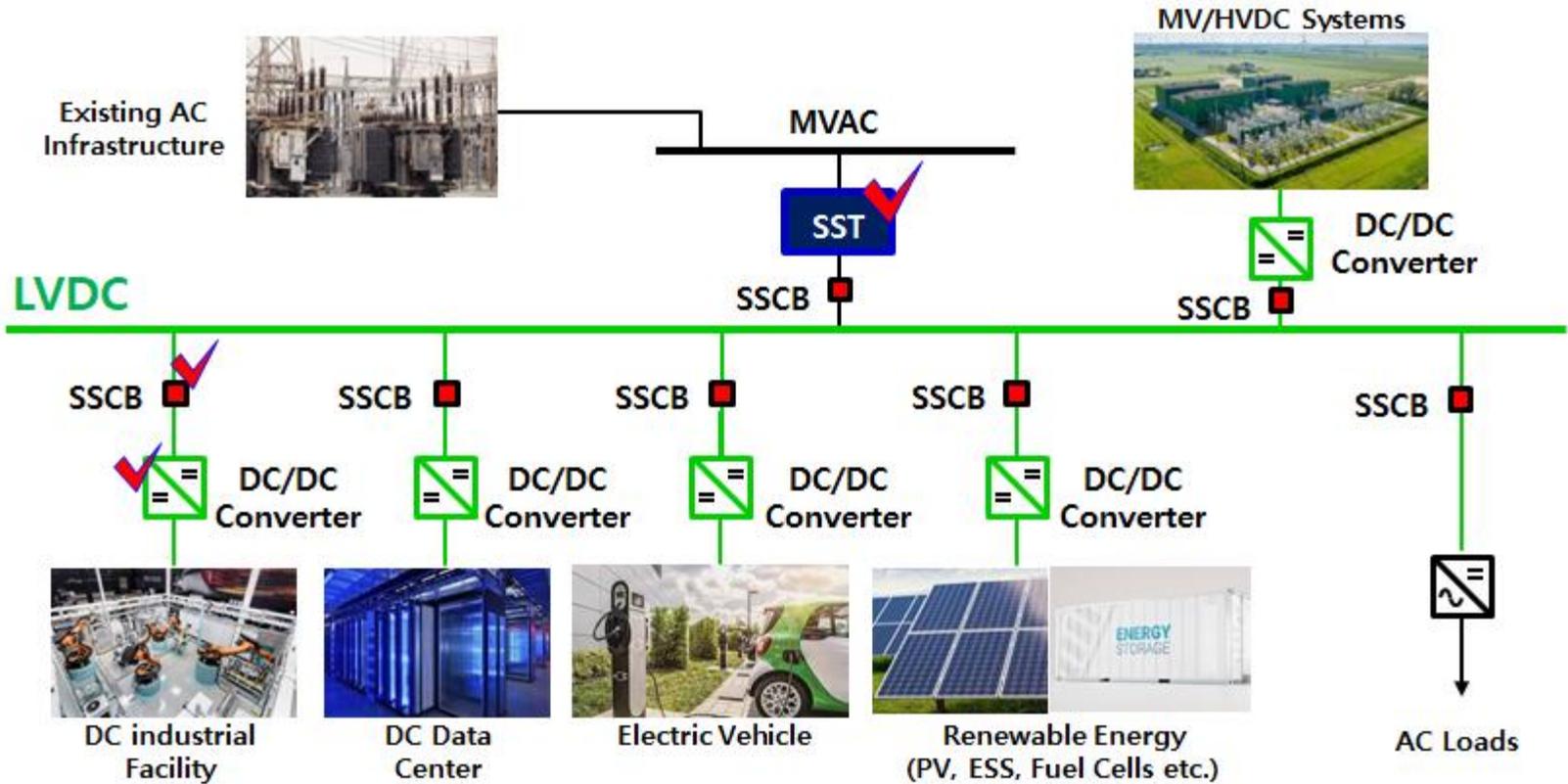
- PV energy: 1,900 MWh p.a. / directly usable 1,200 MWh p.a.
- Battery storage: 300 kWh
- Thermal storage: 10 MWh
- 12 DC charger
- Fully electrified energy supply

Results

- > 70 % self-consumption rate
- 30 % Reduction of annual peak load
- 35 % Reduction in energy costs

Smart DC Distribution Solution

DC 부하의 증가와 신재생에너지 및 에너지저장장치 등의 확대 적용에 따른 효율적인 배전 계통 구성을 위해 전력용 반도체 기술 기반의 Smart DC Distribution Solution 확보

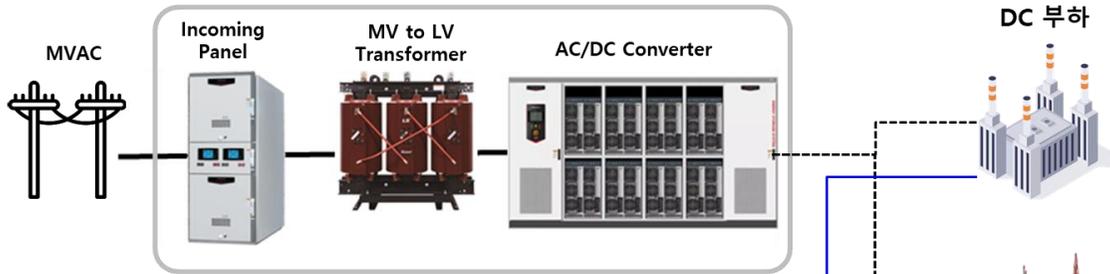


- SST(Solid State Transformer): 반도체 변압기, MV AC → LV DC
- SSCB(Solid State Circuit Breaker): 반도체 차단기, 빠른 차단 시간(us)
- DC/DC Converter : World class efficiency

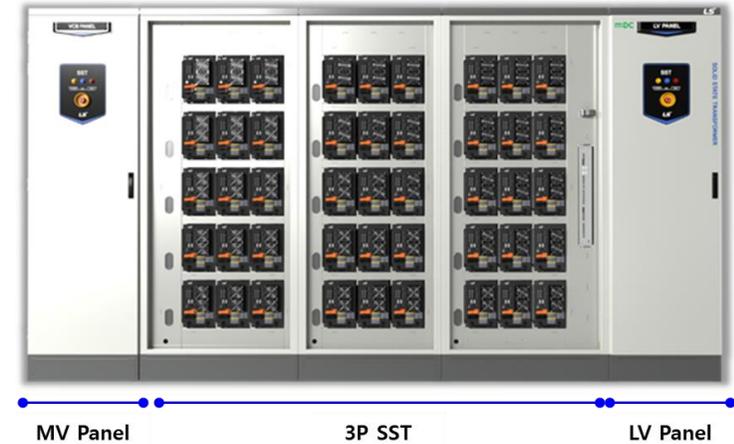
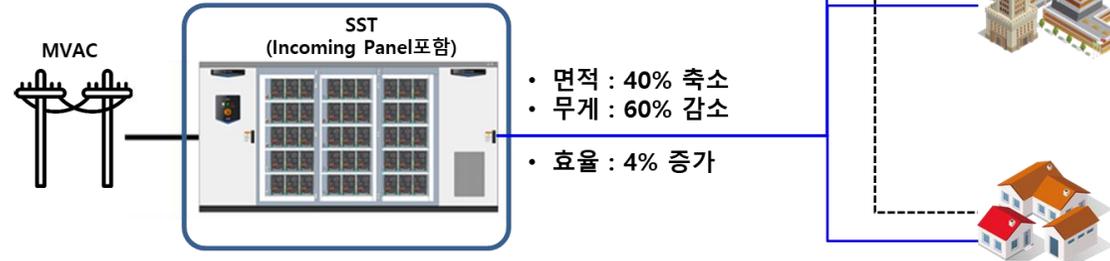
Solid State Transformer(SST)

- DC 배전망을 구성하기 위해 고압교류(MVAC) 전력을 저압직류(LVDC) 전력으로 변환하는 전력변환장치
- 기존 AC 시스템 대비 효율 상승, 무게/부피 감소 및 전력품질 제어 등의 장점을 가지고 있음.

AC 기반 DC 전력 공급 시스템



반도체 변압기 기반 DC 전력 공급 시스템

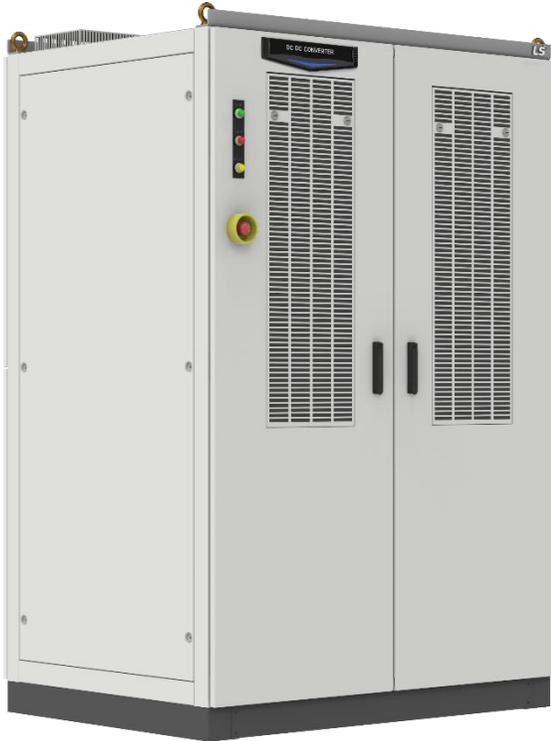


Contents	Specifications
Input Voltage	3-Phase, 22.9kVac
Output Voltage	750Vdc
Total Efficiency	> 98%
THD	<5%

DC/DC Converter

- DC 배전망에 안정적인 전력을 공급하기 위한 1500V급 DC/DC 컨버터 개발
 - SST(반도체변압기)에서 출력된 DC 전압을 배전망의 정격전압으로 변환
- 절연형/비절연형의 플랫폼 확보.

World Class High Efficiency 1MW DC/DC Converter



- 1500V LVDC 기반 비절연형 모듈 형태 플랫폼
- 병렬 연결을 통한 유연한 용량 확장 가능
- CAN, RS485 기반 통신 연계 기능
- 높은 효율과 경제성 있는 사이즈 구조

[80kW 모듈]

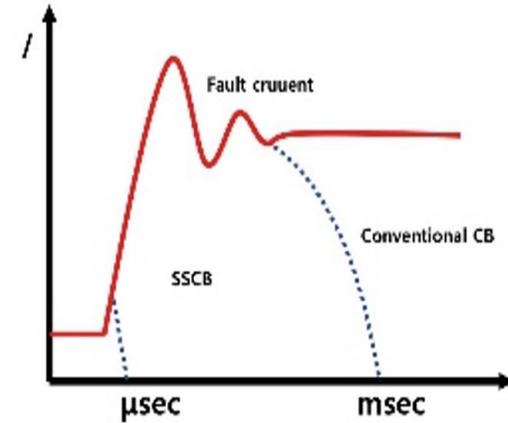


항 목	사 양
입력 전압 범위	600 ~ 1200 Vdc
출력 전압	650 ~ 1500 Vdc
정격 출력 용량	1 MW
시스템 효율	> 99 %

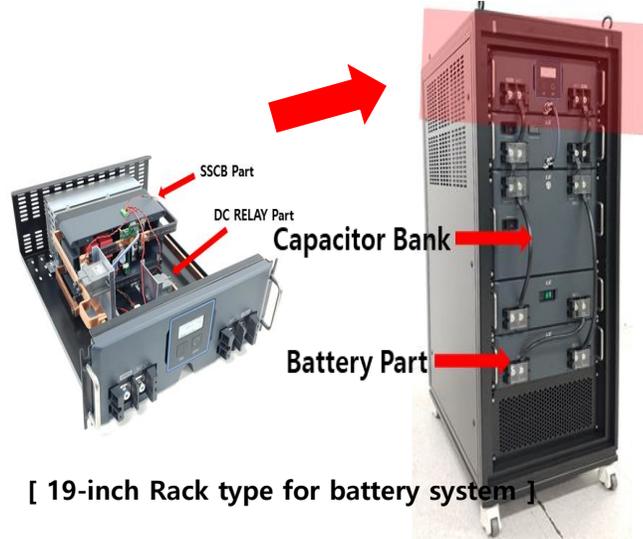
Solid State Circuit Breaker(SSCB)

DC 계통에서 발생하는 사고에 대해 빠르게 차단하여 부하 및 계통 보호

- 기계식 차단기보다 1000배 빠른 사고 보호 (msec → μsec)
- 아크 방전 없는 차단으로 화재로부터 안전한 보호 가능
- 사고 보호 후 교체 없는 재 투입 가능
- 다양한 통신 연계 기능
- 정격 입력 전압(Vdc): 1000V/ 1500V
- 다양한 형태 적용 가능 : Stand-Alone Type, Rack Type

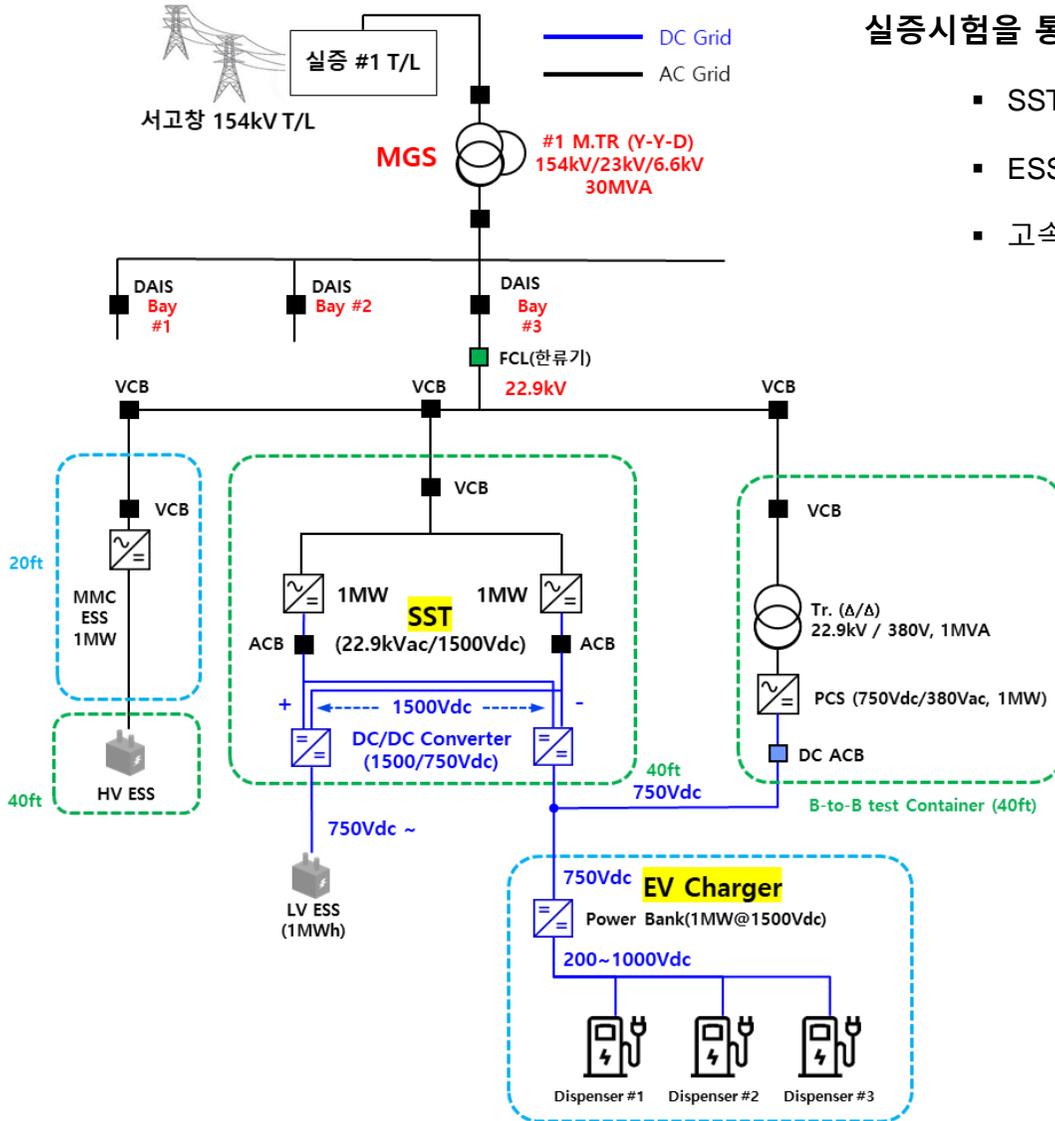


[Stand-alone type]



[19-inch Rack type for battery system]

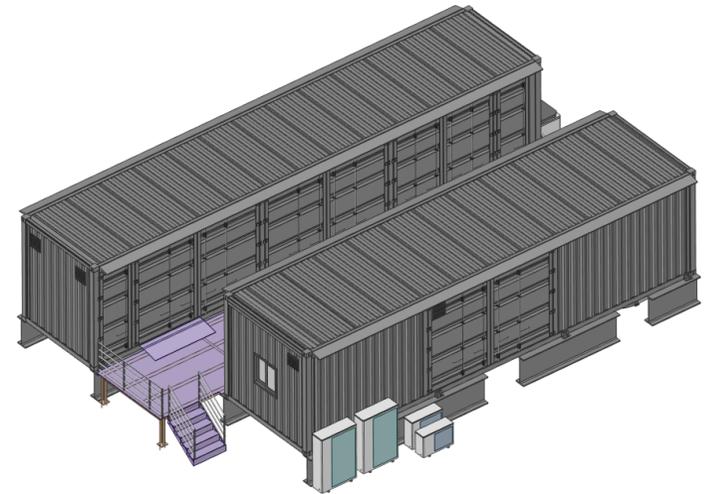
항 목	사 양	
	SSCB(1.0kVdc)	SSCB(1.5kVdc)
정격 전압(kVdc)	1	1.5
정격 전류(Adc)	~150 (Air Force Cooling) ~250 (Water Cooling)	
과부하율 (%)	110	
보호 기능	OVP, OCP, OTP	
냉각 방식	Air Force Cooling (Fan) Water Cooling	
통신 기능	RS485/CAN Digital in/out	
무게 (kg)	6.3	



실증시험을 통한 반도체변압기 및 DC/DC Converter 성능 검증 예정

- SST 2MW + DC/DC Converter 2MW
- ESS 충방전 검토
- 고속 EV Charging 시스템 검토

[실증시험용 컨테이너]



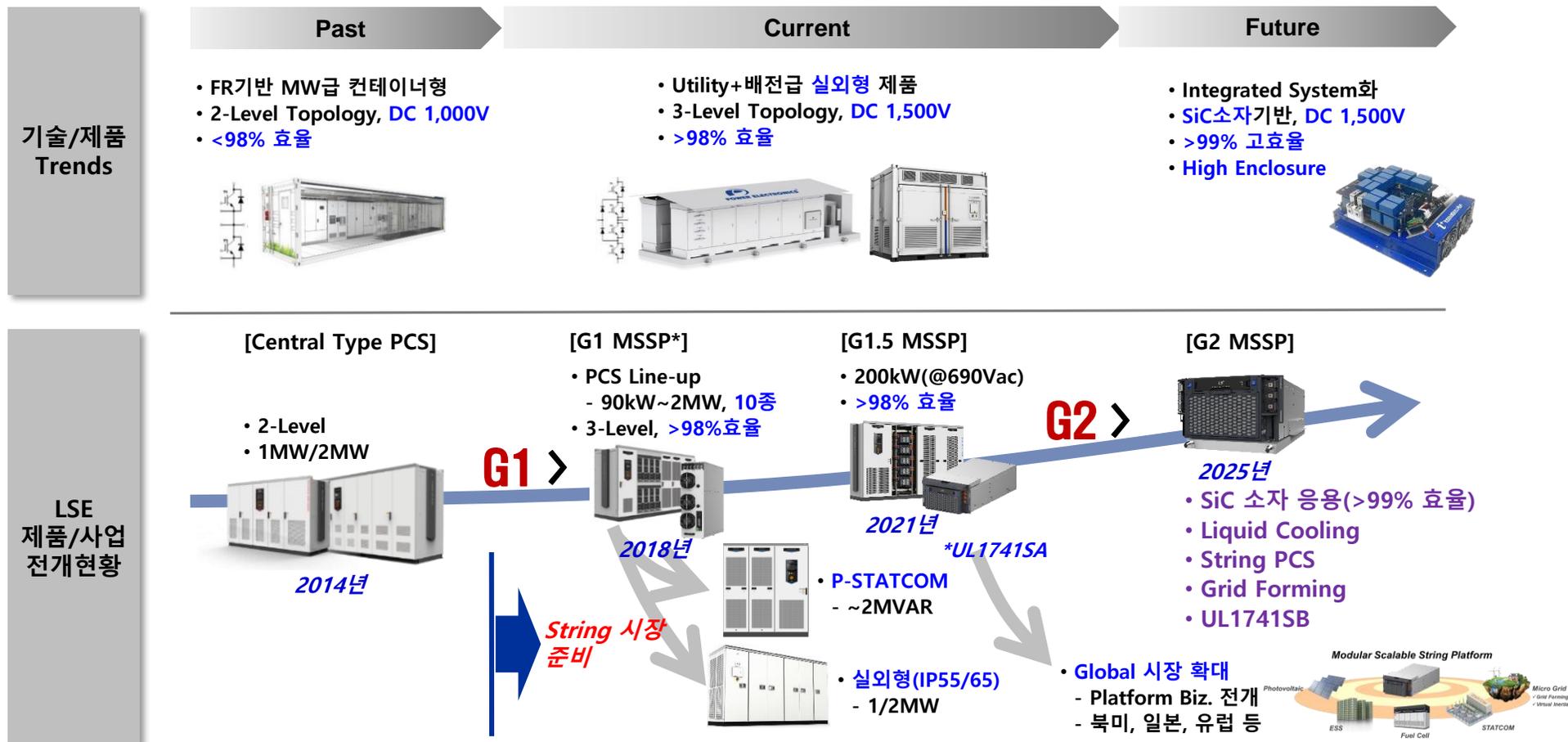
Grid Connected PCS Solution

An aerial view of a city at night, with a glowing blue grid overlay. The grid is composed of bright blue lines that form a diamond shape in the center, which is overlaid on a building with solar panels. The background shows a dense urban landscape with various buildings and streets, all illuminated with a blue glow. The overall scene conveys a sense of advanced technology and sustainable energy.

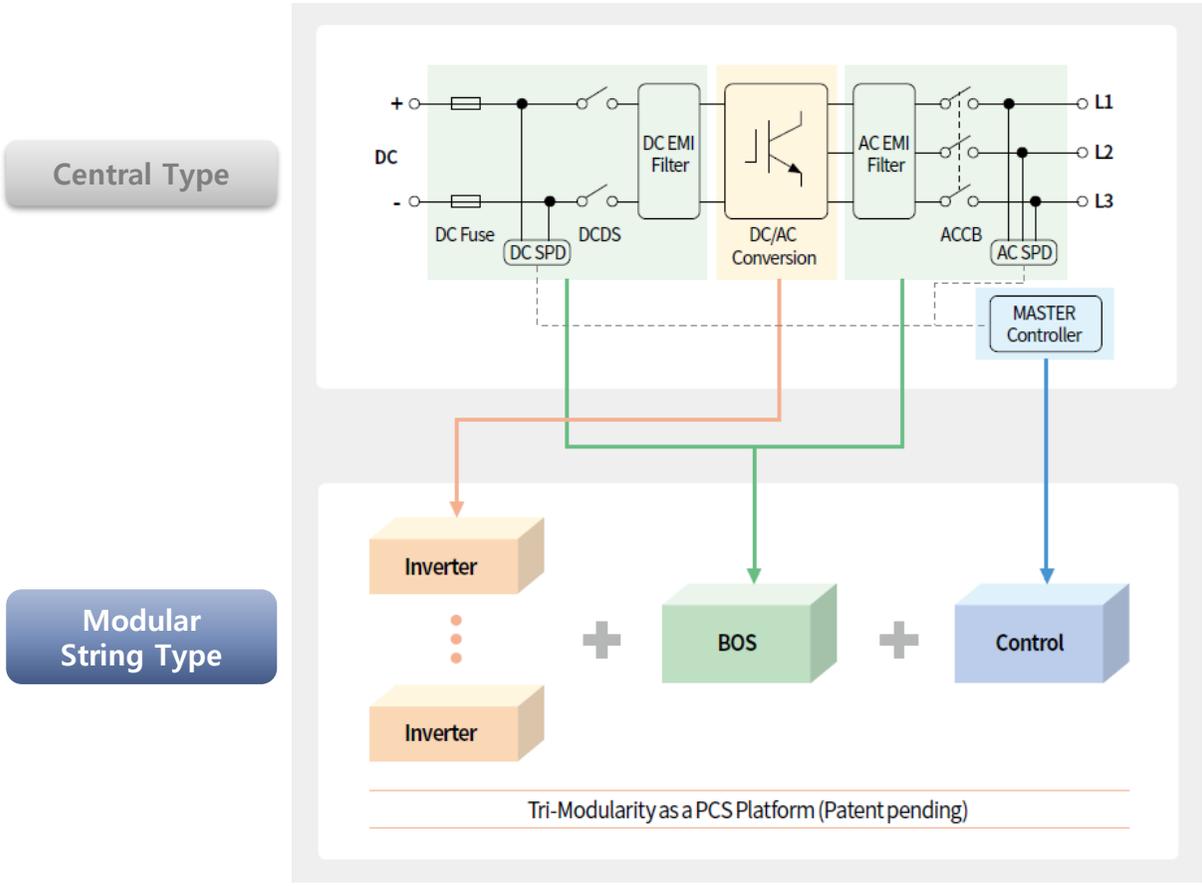
NO CONTACT, ON CONNECT
LS ELECTRIC

LSE는 ESS 시장의 변화대응 및 차별화를 위해 Modular/Scalable/String 기반의 PCS 개발을 2018년도부터 추진해 왔으며, Global 전개를 위한 차세대 제품개발 진행 중

Global Utility급 기술/제품 Trends 및 LSE 현황



단일 전력반도체 Stack기반의 Central PCS와 비교하여 Modular PCS는 복수대의 인버터 Module을 병렬 확장하는 시스템으로 다양한 부가가치의 제공이 가능



Central Type

- Limited to specific capacity
- If defect any parts, whole ESS stops operation
- Difficult to replace and high maintenance cost
- Low efficiency in low load condition

Modular String Type

- Flexible capacity design with module base
- Scalable up with several modules (parallel)
- Even occurs defect, whole ESS keep running except defect module
- Easy to replace and low cost to maintain
- High efficiency in low load condition

MSSP 부분운전이 가능한 운전으로 시스템 성능, 신뢰성 및 수명의 극대화



시스템 장기운전 신뢰성 확보

- Smart PCS 운전 ①
 - 부하량에 따른 부분 운전 실시
 - 장기 운전 시 시스템 수명 신뢰성 확보

General 500kW	구분	Modular 500kW
1대	PEBB	4대
	100kW 부하	
	250kW 부하	
	500kW 부하	
3% 감소	수명	1.8% 감소 40% 수명향상



부분운전을 통한 가동률 향상

- Smart PCS 운전 ②
 - MSSP 고장 시, 가용 MSSP으로 운전 가능
 - 부분운전으로 전체 시스템 가동률 향상

General 500kW	구분	Modular 500kW
1대	PEBB	4대
	운전 시 (1일)	
	시스템 정지	
50%	가동률	가동 PEBB으로 지속운전 가능 88% 76% 가동률 향상

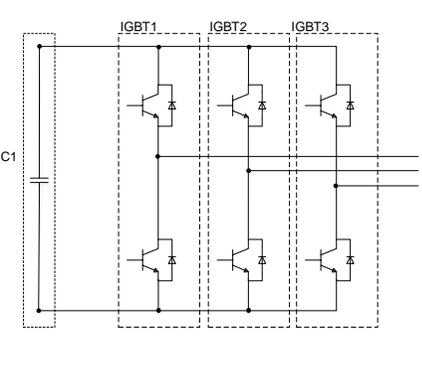
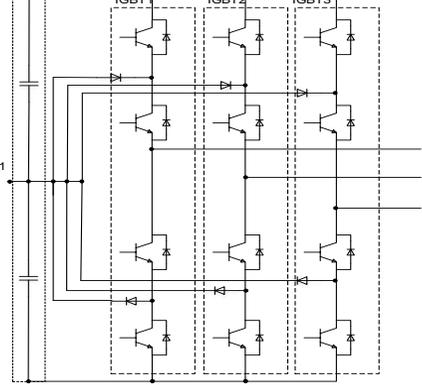
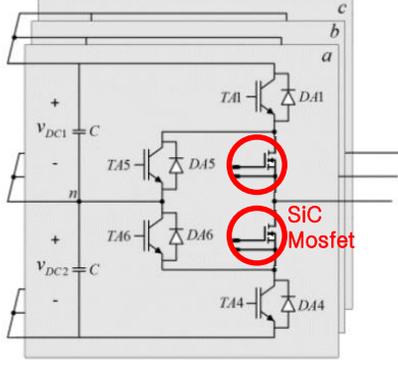
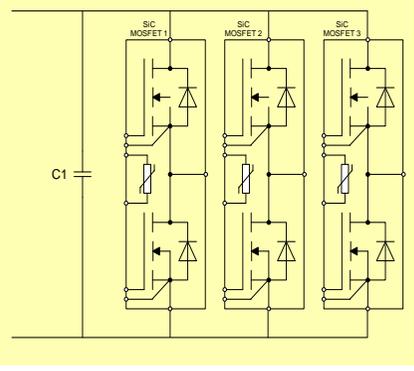


최적 운전을 통한 효율 향상

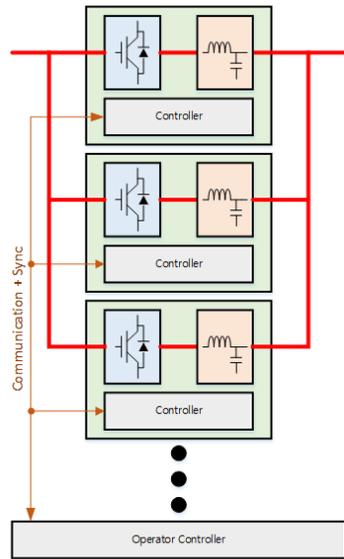
- Smart PCS 운전 ③
 - 인버터 고유 특성상 낮은 부하운전구간에서 효율저하 → 부분 MSSP 운전으로 효율향상

General 500kW	구분	Modular 500kW
1대	PEBB	4대
	PEBB 1대 효율곡선 저효율: 20% ↓ 고효율: 30% ↑	
	100kW 부하 (500kW의 20% 구간)	
85% 이하	방전효율	PEBB 2대 (50% 부하구간) 98% 13% 효율 향상

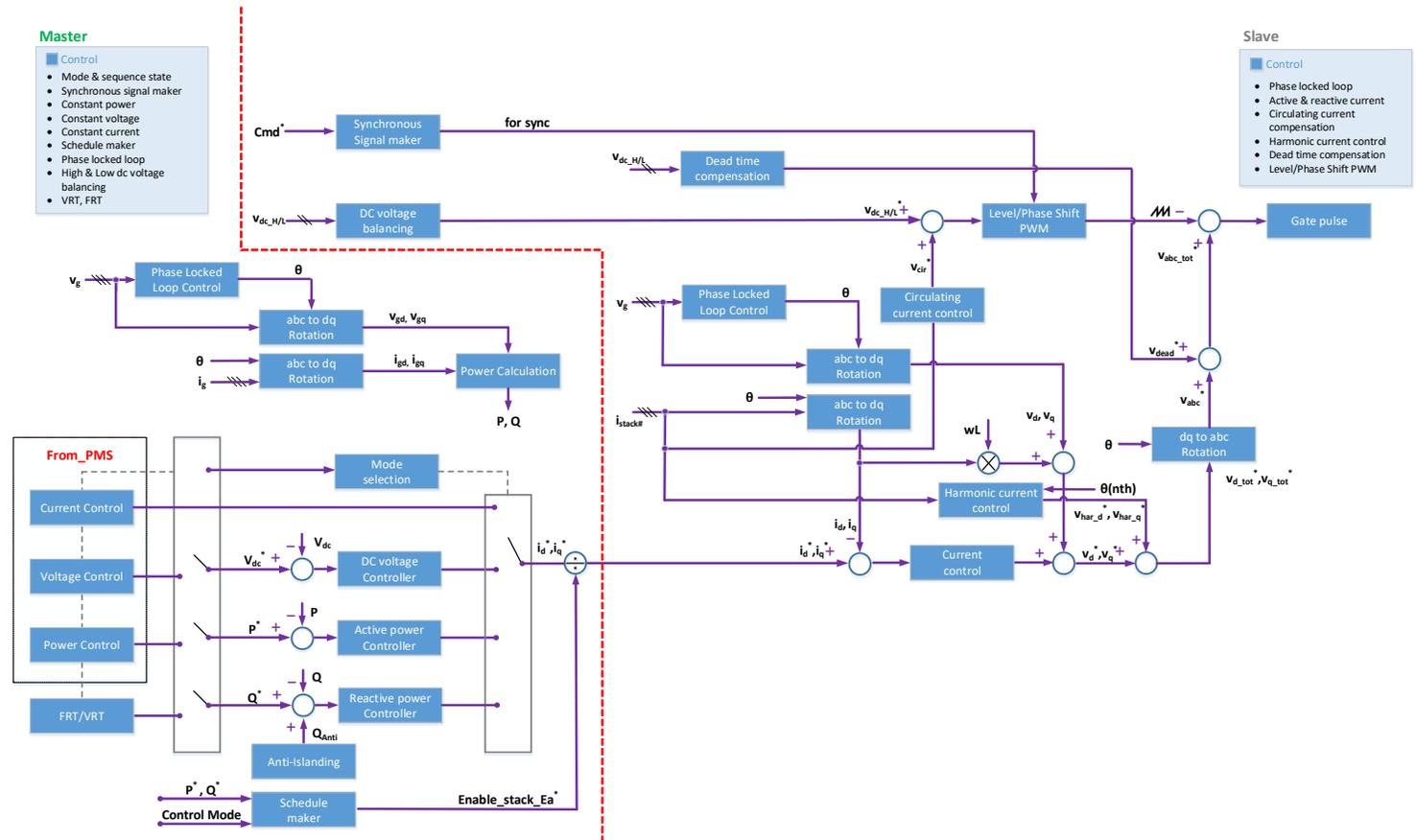
DC 1,500V Application 대응을 위해 NPC1 Topology를 이용중이며 SiC Hybrid ANPC 또는 2kV급 전력반도체 기반의 2 Level Topology에 대한 선행연구개발이 진행중임

구성				
Topology	2 Level IGBT Inverter	3 Level IGBT Inverter	Hybrid SiC ANPC Inverter	2 Level SiC MOSFET Inverter
전력반도체 전압	1,200/1,700 V	1,200V	IGBT : 1,200V SiC : 1,200V	2.0 kV
DC 전압 범위	1,000V 이하	최대 1,500Vdc	최대 2,000Vdc	최대 1,500Vdc
최대 효율	≥ 97%	≥ 98%	≥ 99%	≥ 99%
스위칭 주파수	수 KHz	4kHz	20 ~ 30kHz	20 ~ 30kHz
고조파필터	대	중	최소	소
Power Stack 구성	전력반도체 6 Gate driver 회로 6	전력반도체 12 전력다이오드 6 Gate Driver 회로 12	Si IGBT 12 SiC MOSFET 6 Gate Driver 회로 18	전력반도체 6 Gate Driver 회로 6

각 Module단위로 계통연계 전류제어기가 위치하고 상위 Master Controller는 전력제어기 및 스케줄링을 담당하여 통신을 통해 각 Module간 PWM동기 및 운전정보 교환

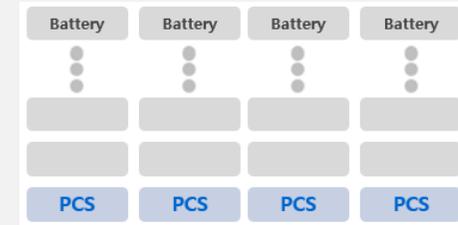


[G1/1.5 Master-Slave구조]



[MSSP 제어 Hierarchy]

Modular Scalable String Platform



Generation 1

Generation 1.5

Generation 2

Cooling	Air Cooling	Air Cooling	Liquid Cooling
Rated Power	158 kVA @ 480 Vac	200 kVA @ 690 Vac	220 kVA @ 690 Vac
DC Voltage Range	~ 1,200 Vdc	~ 1,500 Vdc	~1,500 Vdc
Energy Density	945 kW/m ³	1,871 kW/m ³	2,132 kW/m ³
Efficiency	> 98 %	> 98 %	> 99 %
Configuration	Modular Scalable (up to 2.5 MVA)	Modular Scalable (up to 3.2 MVA)	Modular Scalable (up to 4.0 MVA) Battery integrated application
Power Semiconductor	IGBT	IGBT	SiC