

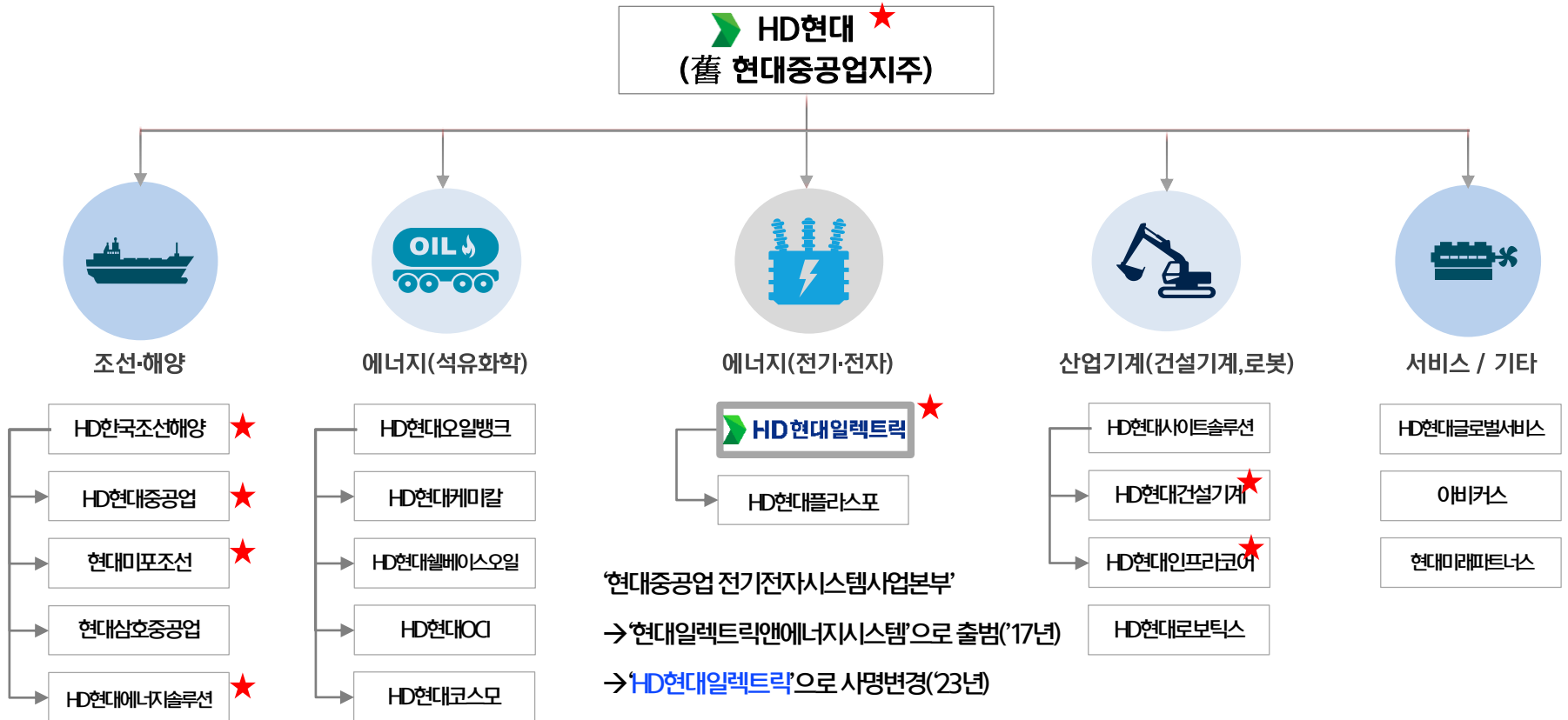
『 탄소중립을 위한 전력시스템 및 전력변환기술 특별세션 』

고효율 친환경 빌딩을 위한 1MW급 LVDC 수배전설비 기술개발 현황

박영호 책임연구원
2023. 7. 5 (수)

HD현대그룹과 HD현대일렉트릭

- HD현대일렉트릭은 HD현대 그룹의 계열사로 송/배전 전력기기 및 에너지 솔루션을 선도하는 전문기업
- 최근 ESS, 신재생 발전, 하이브리드/전기추진선박을 위해 필수적인 전력변환 사업을 확대·육성하고자함.



★ : 상장사

HD현대일렉트릭 사업 영역

▣ 발전⇒송전⇒배전⇒소비(부하)에 이르는 전력공급 밸류체인 內 전체의 전력/배전기기와 에너지 솔루션 R&D를 진행 중

▣ 전력산업의 미래 시장인 직류(DC) 배전과 친환경 고효율 선박 추진시스템 확보를 위한 전력변환장치를 개발하고 있음.

주요 제품

변압기	고압차단기	회전기	배전반	중압차단기	저압전동기	전력/ICT
 유입변압기	 GIS	 고압발전기	 MCSG	 VCB	 IE3 PM모델	 육상/선박 계통
 몰드변압기	 GIS	 동기전동기	 C-GIS	 ACB	 전폐전동기	 전력변환
 리액터	 DTB	 고압전동기	 LV/MCC	 MCCB MS	 반폐전동기	 예방진단시스템
 특수변압기			 스마트배전반 솔루션	 보호계전기	 내압방폭전동기	 PV/ESS EMS INTEGR ICT 에너지/자산관리 솔루션

LVDC 배전용
전력변환장치

MVDC 컨버터
스테이션

초고속 차단용
반도체차단기

전기/Hybrid
추진船 VFD

스택/인버터
병렬운전 기술

모듈형 컨버터
제어플랫폼기술

주요 연구개발 실적

▣ 주요 기술성과 및 수상

- 2022 SF6-Free 친환경 배전반 녹색인증 획득
MW급 LVDC 시스템 상용화 성공
- 2021 친환경 170kV 50kA 4000A GIS 개발
- 2019 국내 최초 대용량 전력용 방폭변압기(DPRS) 개발
- 2018 세계 최대규모 150MWh급 에너지저장시스템(ESS) 구축
- 2015 IF Design Award 2016 수상 : 중저압차단기 HG Series
- 2014 국내 최초 500kV 클래스 변압기 단락시험 성공
IR52 장영실상 수상 : 회전기 원심주조공법
- 2009 프로스트 앤 설리번 올해의 송전설비 기업 선정
- 2008 IR52 장영실상 수상 : 온라인 GIS 예방 진단 시스템
- 2007 IR52 장영실상 수상 : 항해장비 통합제어시스템
- 2005 국내 최초 전동기 국제 방폭기구(IECEx) 인증
- 2003 IR52 장영실상 수상 : 전기자동차용 수냉식 240kW 전동기
- 2000 765kV 극초고압 변압기 국내 최초 상업 운전

▣ 세계일류상품



대용량 전력용변압기



345kV 이상 분로리액터



선박용 배전반



145kV 가스절연 개폐기



내압방폭형 전동기



선박용 고압 스러스트 전동기

GRC – LVDC 빌딩



- ✓ 용도 : HD현대 그룹 통합R&D센터 (지상 20층/지하 5층 규모)
- ✓ 위치 : 경기도 성남시 분당구 분당수서로 477
- ✓ 규모 : 약 5,000 명 (HD현대 그룹 17개社)
- ✓ 수전 용량 : AC 17MVA, DC 1MW

추진 배경

- ▣ 미래 전력공급 방식인 직류배전의 핵심기술과 트랙레코드 확보를 위해 신축하는 GRC에 LVDC 사업 추진
- ▣ 3社 기술협력 MOU (HE, 한전, KSOE) 및 한전 전력연구와 공동연구 진행, AC 대비 e효율 10% 향상 목표

HD한국조선해양

- ◆ 그룹이 추구하는 R&D 비전 실현
- ◆ 미래기술 집약 및 방향성/혁신성 제시
- ◆ 건물 內 에너지 효율 10% 향상



◇ HD현대그룹 50년史

HD현대일렉트릭

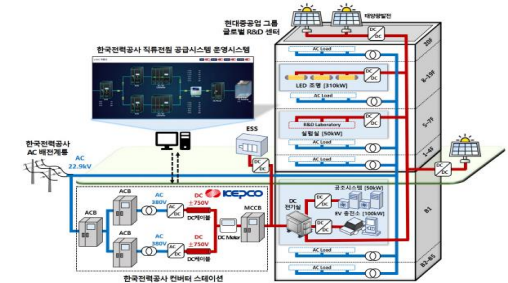
- ◆ 세계 최초 MW급 빌딩용 DC 상용화
- ◆ LVDC 전장품 확보 및 新사업 진출
- ◆ 고효율 친환경 빌딩 Biz 모델化



◇ 핵심기기 및 엔지니어링 (컨버터/배전반/차단기)



- ◆ LVDC 공급기술 및 기준 확보
- ◆ DC 공급약관 및 제도(案) 도출
- ◆ 직류배전 국제 표준화 주도



◇ 상업건물 직류 공급설비 구축/운용



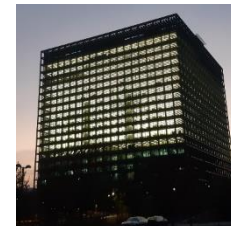
DC 공급 MOU
('19.4월)



HE-한전 공동연구 협약
('20.10월)



DC 전장품 설치
('22.6월)



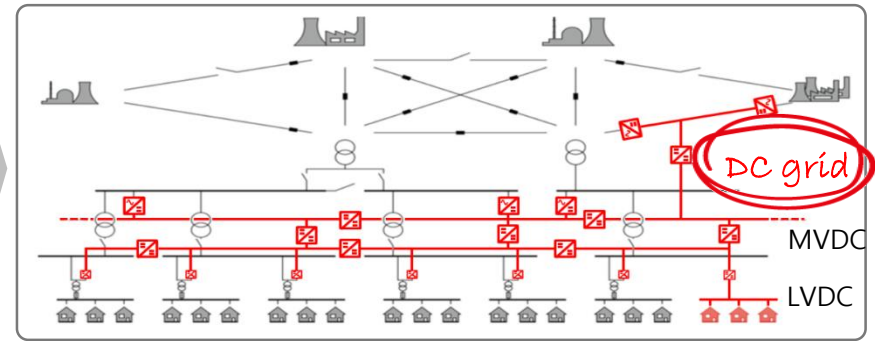
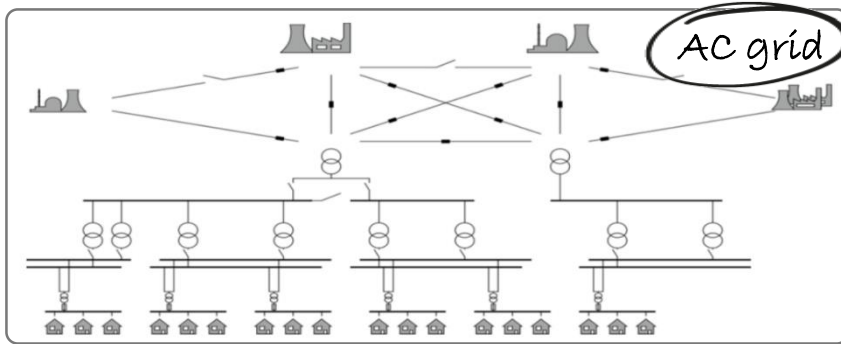
시운전
('22.10월)



상업운전 Ceremony
('23.4월)

탄소중립을 위한 DC배전 기술

- 탄소중립을 위한 **재생에너지 계통 수용성 증대**와 **고효율/고품질 배전망** 요구로 **직류(DC) 배전** 기술수요 증가 中
- 미래형 전력망**은 능동적/효율적 계통 운영을 위해 AC 기간망(백본)과 **신규 DC 배전망을 융합한 Hybrid 전력망**化



DC Grid 적용 확대

전력변환기기 가격하락/기술발전



출처 : De Doncker, HVDC Workshop, 2020

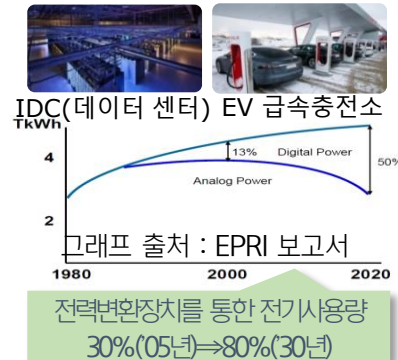
DC 분산전원 증가 (PV, ESS, FC)



신재생 623GW 신규 확충 (~'34년까지)

출처 : 제9차 전력수급계획

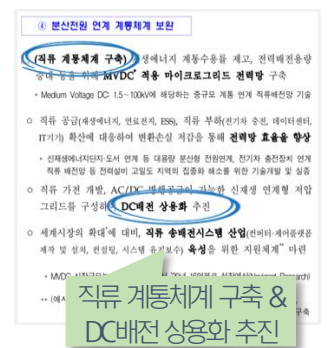
DC 부하증가(IDC, EV)



출처 : 미국 ARPA-E*

*Advanced Research Projects Agency for Energy

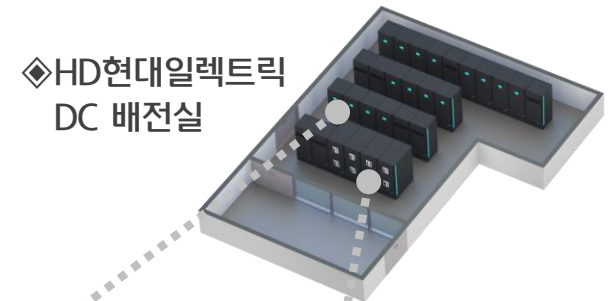
정부 에너지기본계획



출처 : 제3차 에너지기본계획 (산업통상자원부, 2019)

추진 경과 요약

▣ 세계 최초의 1 MW급 상업용 빌딩 DC배전을 한전과 HD현대일렉트릭 공동연구 프로젝트로 구현 完



◇ DC/DC컨버터 (50kW 4병렬)

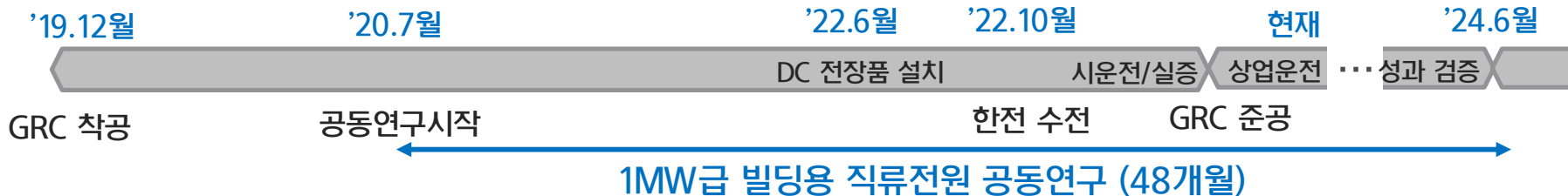


◇ ±750Vdc 배전반 및 380Vdc 분전반



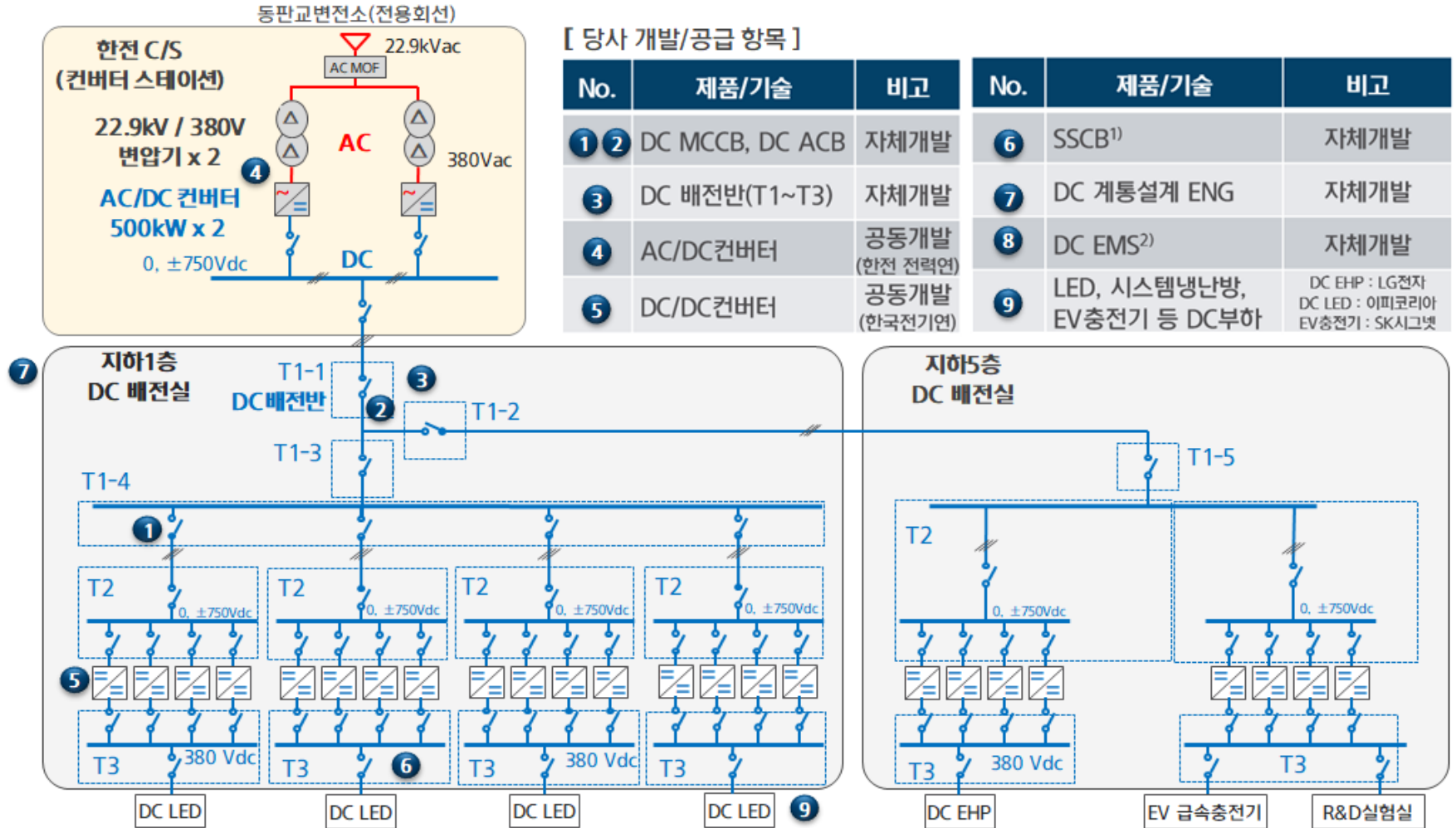
◇ 차단기

◇ GRC 공사 및 공동연구 일정



GRC 1MW급 LVDC 기술개발 (1/3)

▣ LVDC 수변전설비 단선도 및 당사 개발/공급 품목



¹⁾ SSCB : Solid State Circuit Breaker(고속 반도체차단기), ²⁾ EMS : 에너지관리시스템, ³⁾ EHP : Electric Heat Pump

GRC 1MW급 LVDC 기술개발 (2/3)

AC/DC Converter (500kW)

- SPEC.
 - . 500kW, 380Vac/±750Vdc
 - . 3레벨 NPC 구조
 - . 최대 효율 97%
 - . 2,330 x 1,155 x 2,150 mm
- Feature
 - . 모듈형 전력스택 구조 (170kW x 3)
 - . 직류 단락전류 제한(FCL) 기능 탑재
 - . 양극성 DC전압 불평형 제어



직류단락 시 **고장전류 제한**
및 지속공급 기능

DC/DC Converter (50kW 4병렬)

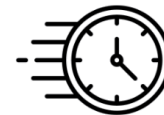
- SPEC.
 - . 50kW, ±750Vdc/380Vdc
 - . 절연형 양방향 DC/DC방식
 - . 최대 효율 **98%**
 - . 800 x 850 x 1,800 mm
- Feature
 - . 모듈형 전력스택 구조(병렬운전)
 - . 컨버터 간 전류밸런싱 제어
 - . 고장모듈 Hot Swap 교체 기능



SiC 전력반도체 적용
(차세대 스위칭 소자)

SSCB (반도체 차단기)

- SPEC.
 - . 1kV, ±100Adc(양방향)
 - . 차단시간 **20 μs 이내**
 - . 170 x 218 x 300 mm
- Feature
 - . 직류 고장전류 초고속 차단
 - . 아크없는 차단, 사고 확산 방지
 - . 과전류 보호협조 반한시
특성커브 설정 기능



x1000배 빠름
(기계식 대비)

* NPC : Neutral Point Clamped, FCL : Fault Current Limiter

* SSCB : Solid State Circuit Breaker(고속 반도체차단기)

▣ 층별 DC 전장품 현황 및 직류부하



직류 부하 (1/3)

▣ 전기차(EV) DC 급속 충전기 – 총 100kW (50kW 2대)

- 전기사양 : DC 380Vdc 입력, 최대 50kW 출력
- 접속방식 : DC콤보 및 차데모 지원
- 제조사 : SK시그넷



완속 충전기
(1)~(5)



급속 충전기
#1(6)



급속 충전기
#2(7)



지하 1층 전기차 충전소
(Electronic Vehicle Charging Station)



전기차 충전기 1~6
(완속 5대, 급속 1대)



전기차 충전기 7
(급속 1대)

직류 부하 (2/3)

▣ DC EHP (공조기 실외기) – 총 50kW

- . 전기사양 : DC 380V 입력, 최대 24kW 출력
- . 제어방식 : 온도설정 냉/난방제어
- . 제조사 : LG전자

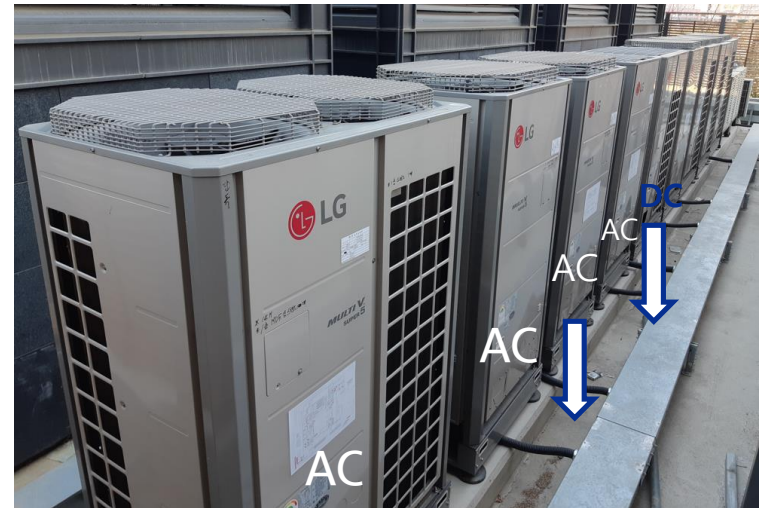


DC 380V 공급



실내기 1대

실내기 2대



실내기 1대

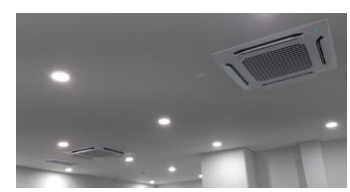
실내기 2대



한전 C/S 냉/난방



DC배전실 냉/난방



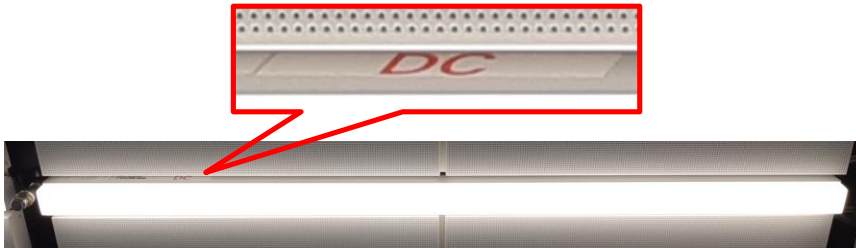
직류 부하 (3/3)

▣ DC LED – 총 260 kW

- . 위치 : 오피스 층 8~19층 전등의 75%
- . 개수 : 약 13,000 개 설치
- . 전기사양 : DC 380V 입력, 20 W/개
- . 제어방식 : 통신 연동 디밍제어
- . 제조사 : EPKOREA



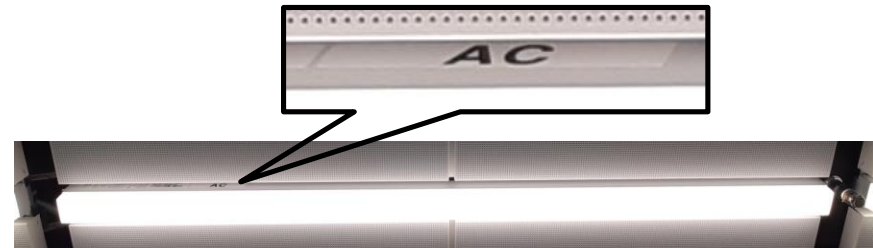
천장
설치



단품



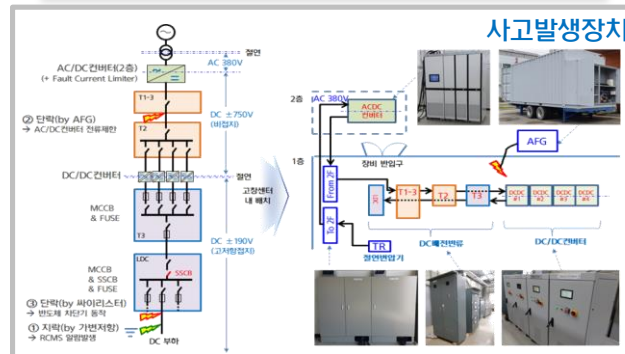
DC LED



AC LED

- ▣ GRC 內 LVDC 수배전설비 일체를 개발/공급 完 (AC/DC 및 DC/DC 컨버터, DC 배전반/분전반/차단기 등)
- ▣ 시스템 통합설계와 직류 보호협조 전략을 수립/검증하여 국내 최고 수준의 DC 엔지니어링 기술 확보
- ▣ 한전 고창 실증인프라에서 철저한 검증시험 완료, 한국전기안전공사 사용전검사를 통과하여 안전성 검증

KESCO 안전진단 통과



전기안전공사向 시연회 ('21.11월)

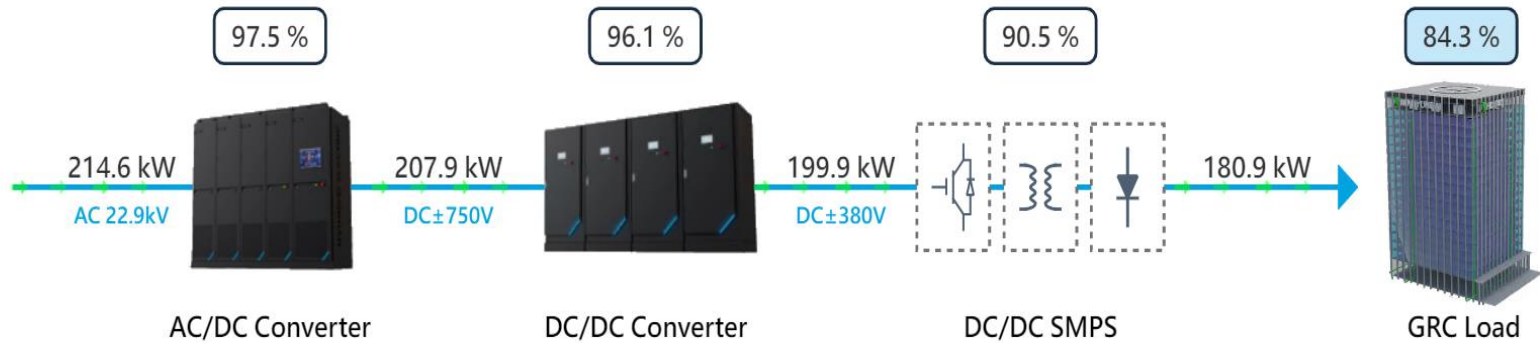


¹⁾ IMD: Insulation Monitoring Device,
²⁾ RCMS: Residual Current Monitoring System

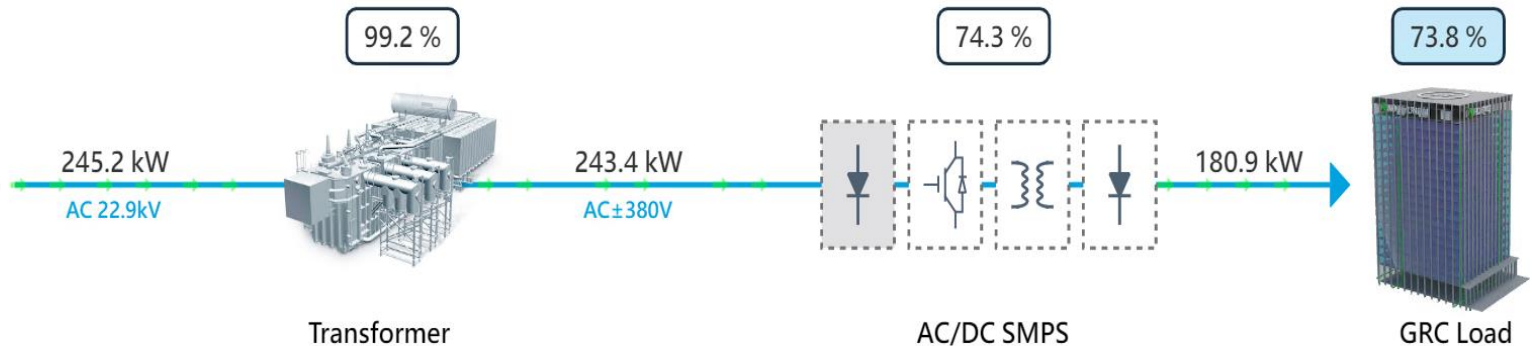
6개월 상업운전 결과

- 24시간 연속 운전 中 (No failure), DC EMS를 구축하여 DC 적용에 따른 종합적인 DATA 취득/분석
- 약 10%의 에너지절감 기여 ⇒ 연간 CO2 36톤 저감 효과

GRC DC efficiency



Virtual AC efficiency



향후 계획

- ▣ 직류배전 시스템의 장시간 상업운전 DATA 분석을 통해 **종합적인 성과를 검증**하고 **통합 운용기술 확보**
- ▣ GRC 1MW급 직류전원 공급설비 및 건물 내 DC 수배전설비 **운용 안정화 및 고효율/저탄소 성과검증**

주요 일정



주요 추진 내역

- GRC 內 직류부하 3종 연동시험 完
- DC EMS 구축 및 DC 수배전설비 통합 운용
- DC배전 에너지 효율 평가기준 수립(한전 공동)
- 상업운전 데이터 종합분석 및 운용성과 정량 평가



기대 효과

- 자체 사이트에서 확보한 DATA 기반 **DC 배전 솔루션 新사업 추진**을 위한 트랙레코드로 활용
- 차세대 직류배전 기기/운용 기술을 통한 **친환경 빌딩용 DC배전 모범사례 구현** 및 **대외 기술력 홍보**

DC Power Distribution Solution
for **Global R&D Center**

경청해 주셔서 감사합니다.