



Electric
Electronics
전기전자

TC동향보고서

TC 122

Technical Committee
Trend Report

TC동향보고서

TC 122

Technical Committee Trend Report

Electric
Electronics
전기전자

I. 초고압 교류 송전 분야현황

- 1. 초고압 교류 송전 분야 정의.....2
- 2. 중요성.....3

II. 초고압 교류 송전 산업동향및 분석

- 1. 시장 및 산업동향4
- 2. 기술 발전 동향.....5

III. 초고압 송전 국제 표준화 활동 현황

- 1. 초고압 교류 송전 표준화 활동 현황7
 - 가. TC 조직 구성
 - 나. TC/SC 의장, 간사, 컨베너 등 현황
 - 다. 한국 국제표준 전문가 참여현황
- 2. 분야별 표준개발 현황9
 - 가. 해당 TC/SC 주요 표준 개발 현황
 - 나. 한국 주도 국제표준 개발 현황
 - 다. 해당 TC/SC 주요 이슈 및 동향

IV. 해당분야국가표준 대응 활동 현황

- 1. COSD 조직 소개 11
- 2. 기술 또는 전문위원회 활동 현황..... 12
- 3. COSD 활동 성과 12
- 4. 2024년 COSD 제안 국가표준 리스트 13

총괄책임자

이문정

실무담당자

성정현

1. 분야정의

- TC 122는 800kV를 초과하는 시스템의 AC 송전 기술 표준화에 중점을 둔 국제전기기술위원회(IEC)이다. 이 위원회는 현대 전력망에 필수적인 초고압(UHV) AC 송전 시스템 개발에 중요한 역할을 한다.
- TC 122는 여러 작업 그룹(WG)을 통해 UHV AC 송전 시스템의 다양한 측면을 다루고 있다. WG 1은 시스템 설계를, WG 2는 변전소와 송전선 설계를, WG 3은 시운전을, WG 4는 운영 및 유지 보수를 담당한다. 또한 TC 122는 다른 IEC 기술 위원회와도 긴밀히 연계되어 있다. 예를 들어, TC 8은 전기 에너지 공급 시스템 측면을, TC 11은 가공 송전선을, TC 14는 전력 변압기를, TC 17은 고전압 개폐 장치와 제어 장치를, TC 42는 고전압 및 대전류 시험 기술을, TC 99는 고전압 전력 설비의 절연 조정 및 시스템 엔지니어링을 담당한다. 이러한 연계를 통해 관련 전기공학 분야 간의 조정과 일관성을 유지한다.
- TC 122의 주요 활동 영역은 다음과 같다.
 - 변전소와 송전선 설계를 위한 일반적인 시스템 관련 사양
 - UHV AC 전기 장비의 현장 수용 시험과 시스템 가동의 시스템 관련 측면 조화
 - UHV 전력 시스템의 모든 단계를 검토하고 적절한 성능이 충족되고 유지됨을 입증하기 위한 일관된 접근 방식 개발
- UHV AC를 전 세계적으로 도입하기 위해 필요한 비용을 줄이고, 필요한 신뢰성/가용성 요구 사항을 달성하며, 고비용 제품 개발 문제를 해결할 수 있는 유일한 방법은 새로운 시스템 지향 국제 표준이 필요하며, 이를 달성하기 위해 활동중이다.

2. 중요성

- 세계적으로 전력 소비가 증가하고, 대도시와 산업 지역에 전력 부하가 집중되면서 송전선의 더 높은 용량이 요구되고 있다. 세계 여러 지역의 기존 송전선에서 필요한 전류는 최대 4,000A에 이르는 정격 전류 수준에 도달했으며, 기술적 한계에 도달하고 있다. AC 시스템에서 대용량 전력 송전 용량을 증가시키는 유일한 방법은 더 높은 송전 전압(UHV 수준)을 사용하는 것이다.
- 주요 부하 중심지에서 멀리 떨어진 곳에서 대규모로 재생 가능 에너지원(예: 해상 풍력 발전소, 대형 수력 발전소 또는 사막의 대규모 태양광 발전 시설)을 사용하는 것도 더 높은 송전 전압을 도입하게 만드는 요인이다. 이는 허용 가능한 수준의 낮은 송전 손실을 유지하면서 더 나은 경제적 균형을 이끌어낸다. 또한 유럽, 아세안 국가의 아시아, 사하라 이남 아프리카, 북미 및 남미, 인도 등 여러 지역의 기존 400kV 또는 500kV AC 송전 시스템을 상호 연결하려면 더 높은 UHV 수준의 AC 송전 전압이 필요할 것이다.
- 앞으로 UHV 시스템을 설치하는 국가가 점점 더 많아지고, 국가 간 UHV AC 상호 연결이 실현될 가능성도 있으며, 이를 위해 국제적으로 합의된 절차가 필요하다. 이미 IEEE는 UHV AC 시스템의 표준화를 시작했고, CIGRÉ도 UHV AC 시스템에 대한 기술 작업을 시작했다.
- TC 122의 작업은 산업에 중요한 영향을 미친다. 장거리 전력 전송의 효율성을 높이고, 재생 가능 에너지원을 전력망에 통합하며, 전력 시스템의 신뢰성과 안정성을 향상시키고, 초고압 AC 기술의 국제 표준화를 촉진하는 역할을 한다. TC 122는 UHV AC 송전 시스템에 대한 표준을 개발함으로써 글로벌 전력 인프라의 미래를 형성하고, 더 지속 가능한 에너지 시스템으로의 전환을 지원하는 데 중요한 역할을 하고 있다.

1. 시장 및 산업동향

가. 국내 및 해외시장 및 동향

- UHV AC의 가장 큰 시장 동향은 장거리 대용량 전력 송전과 기존 전력 시스템과의 상호 연결로 향하고 있다. 또한 대규모 전력 공급을 받기 위한 강력한 전력 수용 그리드를 구축하는 방향으로 나아가고 있다. 이러한 그리드 변화는 신흥 국가의 빠르게 증가하는 전력 소비와 석탄, 가스, 원자력 발전의 구조적 변화로 인해 풍력, 태양광, 대규모 수력 등의 재생 가능한 전력 생산으로 전환되면서 발생하고 있다.
- 풍력, 대규모 수력, 태양광에서 주로 발생하는 재생에너지발전이 증가함에 따라 전기는 석유, 가스, 석탄 자원과 경쟁하게 될 것이지만, 이러한 요구를 해결하기 위해 새로운 교류 송전 시스템이 필요할 것이다. 5GW에서 10GW에 이르는 교류 송전선이나 전력 통로가 필요할 것이며, 이는 현재의 400kV 또는 500kV에서 3GW에서 4GW보다 두 배 이상 많은 양이다. 교류 송전 전압을 1,000kV로 두 배로 높이면 이를 효율적이고 경제적인 방식으로 해결할 수 있다. UHV AC는 에너지를 부하 중심지로 전송하거나 지역 간 상호 연결하여 부하와 발전을 균형 있게 유지하는 데 있어 장거리 대용량 전력 송전에 신뢰성, 안전성, 효율성을 제공한다.
- 한국의 UHV 시장에 대한 구체적인 정보는 제한적이지만, 한국은 IEC TC 122 위원회의 O-Member 국가로 등록되어 있다. 한국의 초고압(UHV) 전력 송전 OPGW(광섬유 접지선) 시장은 전력 수요 증가와 송전 인프라에 대한 지속적인 투자에 의해 꾸준한 성장을 이룰 것으로 예상된다.
- 글로벌 UHV 시장은 상당한 성장을 보이고 있다. 2023년에는 시장 규모가 286억 4천만 달러로 평가되었으며, 2032년까지 505억 달러에 이를 것으로 예상되며 연평균 성장률(CAGR)은 7.34%에 달할 것이다. 이 성장은 효율적이고 신뢰할 수 있는 전력 전송에 대한 수요 증가, 재생 가능 에너지원 채택, 그리고 노후화된 송전 인프라를 개선할 필요성에 의해 추진되고 있다.
- 중국은 TC 122의 P-Member이며, UHV 기술의 선도국인 중국은 시장 성장에서 중요한 역할을 할 가능성이 크다. 2022년까지 1,100kV 초고압(UHV) 교류 송전선 15개를 운영 중이며, 추가적인 1,100kV UHV 교류 프로젝트가 건설 중이다. 또한 여러 프로젝트가 계획 중으로, 이를 통해 그리드 시스템을 구축하려 하고 있다. 중국 외에도 인도에서 1,200kV 송전 프로젝트가 현재 계획 및 건설 중이다.

- 남미와 중동 및 아프리카 지역은 경제 발전을 지원하고 그리드 안정성을 향상시키기 위해 UHV 송전 시스템에 대한 수요가 증가하면서 성장하는 시장으로 평가된다. 브라질과 남아프리카 공화국에서 UHV 직류(DC) 및 UHV 교류(AC) 시스템의 도입을 고려하는 계획이 시작되었으며, 유럽과 북미에서도 재생 가능한 전력 공급원이 크게 증가하는 상황에 맞춰 UHV 교류 시스템이 도입될 것으로 예상된다. 이러한 경우, 풍력, 대규모 수력, 태양광 자원이 사용자의 주 거주지와 멀리 떨어져 있기 때문에 UHV와 같은 대용량 전력 송전 시스템이 전력 자원을 기존 전력망에 연결하는 데 필요할 것이다.
- 결론적으로, 한국을 포함한 글로벌 UHV 시장은 전력 수요 증가, 재생 가능 에너지 통합, 그리고 효율적인 장거리 전력 전송 필요성에 의해 상당한 성장이 예상된다. 특히 아시아 태평양 지역이 이러한 성장을 주도할 것이며, 중국이 기술 개발과 구현에서 선두에 설 것으로 보인다.

2. 기술 발전 동향

- 지속적인 기술 발전을 통해 송전의 효율성, 신뢰성, 비용 효율성이 크게 향상되고 있다. 이 발전에는 더 가볍고 내구성이 뛰어난 송전선을 위한 신소재 개발, UHV 시스템의 모니터링 및 제어 기술의 향상, 그리고 더 작고 비용 효율적인 장비 설계를 위한 절연재 기술이 포함된다.
- 재생에너지 통합도 중요한 추세로 자리 잡고 있다. UHV 기술은 태양광 및 풍력과 같은 재생 가능 에너지원의 전력망 통합을 지원하며, 장거리 전력 전송에서 손실을 최소화하는 데 중요한 역할을 하고 있다. 특히 자원이 풍부한 지역에서 주요 부하 중심지로 전력을 운송할 때 UHV 기술의 필요성이 커지고 있다.
- 스마트 그리드 통합 역시 중요한 발전 방향 중 하나다. UHV 기술은 스마트 그리드 시스템에 통합되면서 완전 자동화된 감시 및 제어 시스템을 통해 송전 및 배전 과정에서 효율적인 전력 및 정보 흐름을 보장하는 데 기여하고 있다.
- 고압 직류(HVDC) 기술도 주목받고 있으며, 중국의 1,100kV UHV DC 프로젝트는 12GW의 전력을 3,293km에 걸쳐 전송하는 능력을 시연했다. 이와 함께 복합 중심 도체와 같은 혁신적인 기술이 UHV 시스템의 효율성과 신뢰성을 향상시키고 있으며, FACTS 기술에 대한 연구와 개발도 계속되고 있다.

- 환경 측면에서도 UHV 송전의 전자기장 및 전파 간섭을 줄이는 등의 노력이 이루어지고 있으며, 이는 환경 보호와 기술 발전의 균형을 맞추려는 시도이다. 또한, IEC TC 122와 같은 위원회의 작업은 UHV 기술의 국제 표준화를 주도하며, 국가와 지역 간 호환성과 안전성을 보장하는 데 중요한 역할을 하고 있다. 가장 중요한 영향은 가시성 문제로, 송전탑의 높이가 80m에서 140m에 이를 수 있어 미관상 일부 지역에서는 이러한 높은 송전탑을 받아들이기 어려울 수 있다. 이러한 높은 탑을 건설할 수 없는 지역에서는 UHV 교류 송전선을 위한 지하 시스템이 필요하며, 이를 해결하기 위한 기술적 솔루션은 이미 존재한다. 또한 지중화를 필요로 할 때 적용할 규칙을 마련해야 할 필요성이 증대되고 있다. 송전선 주변의 전자기장도 중요한 문제로, 이를 해결하기 위해 완전한 지중 시스템을 도입할 수 있는 이유가 될 수 있으며, 또한, 송전선이나 변전소에서 발생하는 소음 문제도 UHV 교류 송전의 또 다른 시스템적 측면으로, 이에 대한 규범적 규칙이 필요하며 이에 대한 표준 및 기술개발이 이루어지고 있다.

- UHV 장비의 디지털화 및 자동화가 증가하고 있으며, 이는 전체 시스템의 효율성과 신뢰성을 높이는 중요한 동향으로 자리 잡고 있다. 이러한 기술 발전은 UHV 분야에서 계속해서 주목받고 있으며, IEC TC 122 위원회의 표준화 작업에서도 주요한 영역이 될 것으로 예상된다.

- 표준화 동향으로는, 회로 차단기, 단로기, 접지 스위치, 전류 및 전압 변성기, 부상, 전력 변압기, 가스 절연 개폐기(GIS), 송전선과 같은 장비 기술은 이미 UHV AC(초고압 교류)로 제품 표준을 확장하기 시작했다. 지중 케이블과 가스 절연 송전선에 대한 UHV AC 제품 표준 개발도 진행 중이다. 이러한 모든 제품을 UHV AC 시스템에 성공적으로 적용하기 위해서는 전 세계적으로 표준화된 방식으로 UHV AC 송전선을 상호 연결할 수 있는 시스템 표준의 필요성이 증대되고 있다. 이는 장비 제조업체가 높은 개발 비용을 감당해야 하므로 제품을 표준 설계하고 제조할 수 있도록 하는 데 중요하다. 표준화된 시장과 시스템 요구사항은 비용을 줄이는 가장 효율적인 방법이다. 또한 안정적인 전력 공급을 시작하고 유지하기 위해서는 시스템 관련 개별 표준 외에도 UHV AC 시스템의 요구 성능을 검증하는 적절한 프로세스를 정의하는 표준이 필요하다.

- 국제 표준화가 해결해야 할 새로운 과제로 다음과 같은 사항이 요구 되고 있다.
 - 표준화된 시험 요구사항을 따르는 장비의 상호 운용성
 - UHV AC 시스템의 환경 영향: 소음, 전자기장, 시각적 영향에 대한 규범적 규칙
 - 높은 전력 신뢰성과 네트워크 안정성을 위한 제어 및 보호 규칙
 - UHV AC 시스템의 효율적인 운영을 위한 역률 보상 규칙
 - 지락 또는 선로 고장과 같은 망 고장의 처리
 - 지역 전력 송전과의 상호 작용을 위한 그리드 연결 코드

1. 초고압 교류 송전 분야 표준화 활동 현황

가. TC 조직 구성

- IEC TC 122는 기술 위원회로서, 여러 작업 그룹(WG)을 시스템 설계, 변전소와 송전선 설계, 시운을, 운영 및 유지 보수를 담당하여 표준화 활동을 수행하고 있다.
- IEC TC 122는 4개의 WG(1, 2, 3, 4)로 구성되어 있다.

나. TC/SC 의장, 간사, 컨비너 등 현황

- 분 류 : TC 122
- 의 장 : Mr Bo LI(중국)
- 간 사 : Mr Yoshimitsu UMAHASHI(일본)
- 부 간 사 : Mr Rei HEMMI(일본), Mr Toshiyuki Saida(일본)
- 간 사 국 : 일본
- P-멤버 : 7개국(스위스, 중국, 일본, 스웨덴, 이탈리아, 인도, 독일)
- O-멤버 : 15개국(호주, 벨기에, 체코, 프랑스, 영국 등)
- 총 회 일 정 : 2023.11 일본(도쿄, Face-to-Face & Virtual)
2024.11 독일(프랑크푸르트, Face-to-Face & Virtual)

[표 1] IEC TC 122 WG별 컨비너

구분	주제	컨비너
WG 1	System design	Mr Shicong Ma(중국) Mr Yoshimitsu UMAHASHI(일본)
WG 2	Substation and Transmission Line Design	Mr Anish Anand(인도) Mr Weiguang Tian(중국)
WG 3	Commissioning	Mr Ernst Friedrich Karl Gockenbach(독일) Mr Bin Zheng(중국)
WG 4	Maintenance	Mr Jiangbo Chen(중국) Mr Shigeyuki Tsukao(일본)

[표 2] IEC TC 122 참여국 ('24년 10월 기준)

구분	국가명
P(primary) 멤버	중국, 스위스, 독일, 인도, 이탈리아, 일본, 스웨덴
O(observation)멤버	오스트리아, 호주, 벨기에, 불가리아, 체코, 프랑스, 영국, 크로아티아, 아일랜드, 한국, 네덜란드, 폴란드, 포르투갈, 러시아, 슬로바키아

다. 한국 국제표준 전문가 참여현황

- 국내에서는 IEC TC 122에 대하여 현재 초고압 교류 송전 분야의 O멤버 지위를 확보하고, IEC TC 122를 담당하는 국내 전문위원회가 출범된 상태이다.

2. 분야별 표준개발 현황

가. 해당 TC/SC 주요 표준 개발 현황

[표 6] IEC TC 122 표준 개발 현황 ('24년 10월 기준)

TC/SC	간사국	제정 국제표준 수 (Published)	개발중 국제표준 수 (Under Development)	부합화 표준 수	부합화 비율(%)
TC 122	일본	8	5	0	0%

- IEC TC 122의 표준화 범위(scope)는 800 kV를 초과하는 최고 전압을 갖는 시스템의 AC 송전 기술 분야에서의 표준화를 목표로 한다. '24년 10월 기준으로 표준 8종이 제정되었으며 5종이 개발 중에 있다.

[표 4] IEC TC 122 발행 표준 목록 ('24년 10월 기준)

표준번호	표준명	STAGE	ICS
IEC TR 63042-100:2016	UHV AC transmission systems – Part 100: General information	-	29.240.01
IEC TS 63042-101:2019	UHV AC transmission systems – Part 101: Voltage regulation and insulation design	-	29.240.01
IEC TS 63042-102:2021	UHV AC transmission systems – Part 102: General system design	-	29.240.01 29.240.10
IEC TS 63042-201:2018	UHV AC transmission systems – Part 201: UHV AC substation design	-	29.240.01 29.240.10
IEC TS 63042-202:2021	UHV AC transmission systems – Part 202: UHV AC transmission line design	-	29.240.20
IEC TS 63042-301:2018	UHV AC transmission systems – Part 301: On-site acceptance tests	-	29.240.01
IEC TS 63042-302:2021	UHV AC transmission systems – Part 302: Commissioning	-	29.240.01 29.240.10
IEC TR 63042-303:2021	UHV AC transmission systems – Part 303: Guideline for the measurement of UHV AC transmission line power frequency parameters	-	29.240.20

[표 8] IEC TC 120 개발 중인 표준 7개 ('24년 10월 기준)

표준번호	표준명	STAGE	ICS
PWI TR 122-3	Evaluation of Lightning Protection Performance of UHV AC Transmission Lines	-	-
PWI TR 122-4	Overhead transmission line maintenance	-	-
IEC TS 63042-103 ED1	UHV AC transmission systems – Security and stability requirements for system planning and design	-	-
IEC TS 63042-301 ED2	UHV AC transmission systems – Part 301: On-site acceptance tests	-	-
IEC TS 63042-401 ED1	UHV AC transmission systems – Part 401: Substation Maintenance	-	-
IEC 62933-4-2 ED1	Electric Energy Storage Systems – Part 4-2- Assessment of the environmental impact of battery failure in an electrochemical based storage system	-	-
IEC 62933-4-3 ED1	Electrical energy storage(EES) systems – Part 4-3: The protection requirements of BESS according to the environmental conditions	-	-

나. 한국 주도 국제표준 개발 현황

- 한국 주도하의 국제표준 개발은 현재 존재 하지 않다.

다. 해당 TC/SC 주요 이슈 및 동향

- 초고압 송전에서의 낙뢰 보호, 유지보수, 보안등에 대한 국제표준화가 진행중이다.

1. COSD 조직 소개

○ 국내 IEC TC 122 의 미러 커미티로 국가기술표준원 전문위원회가 운영 중이다.



[그림 4] IEC TC 120 COSD 조직 구성

[표 7] 전문위원회 명단

No.	성명	소속	직책
1	김찬기	한국전력공사 전력연구원	처장
2	김태진	한국전기연구원	책임
3	김희진	넷제로랩	대표
4	성판영	카페스	전무
5	이철균	LS ELECTRIC	부장
6	정홍주	효성중공업	부장
7	허건	연세대학교	교수
8	임재성	한국전기연구원	팀장
9	이규섭	서울대학교	교수
10	강세일	한국스마트그리드협회	팀장

2. 전문위원회 활동 현황

- 현재 국내 전문위원회를 통해 국제 IEC 동향을 지속적으로 모니터링 중이다.

3. COSD 활동 성과

- 초고압 송전에 대한 국가표준화에 대한 수요가 없어 표준 개발에대한 성과는 없으며, 지속적으로 국제 표준 동향을 모니터링중에 있다.

4. 2024년 COSD 제안 국가표준 리스트

- 초고압 송전에 대한 국가표준화에 대한 수요가 없어 제안 국가표준은 없다.

Technical Committee Trend Report

Electric
Electronics
전기전자

TC동향보고서
TC 122