

IBRs Working Group 전문 Workshop

해외 IBRs 그리드코드 운영체계(美 TRE) 사례

2024. 4. 25.

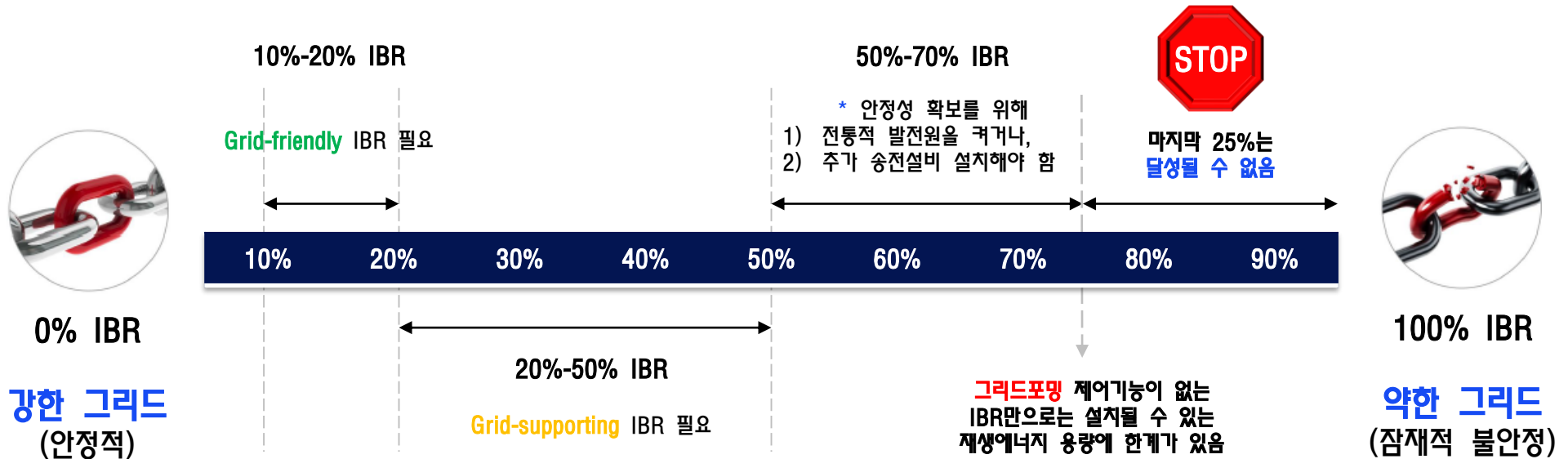
이화여자대학교
기후에너지시스템공학과
허진

1. IBR 기반 그리드 코드 운영체계 구축 필요성

2. 해외 IBR 기반 그리드 코드 운영체계 사례(美 TRE) 및 시사점

IBR 설비 확대에 따른 계통의 변화

■ 비동기 발전원(IBR) 기반의 전력설비 확대에 따른 새로운 전력시스템 운영/계획 수립 필요



* IBR(Inverter-Based Resource): 인버터 기반 발전원. 예) 풍력, 태양광, 배터리 전원

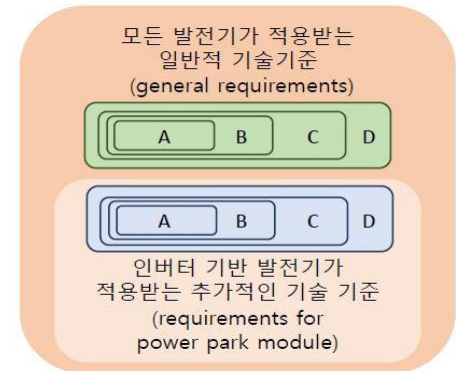
(출처: Overview of Grid Forming Interconnection Requirements, ESIG, 2023)

그리드 코드 운영체제 필요성(1/3)

IBR 그리드코드 운영체제 구축 배경

- IBRs(Inverter Based Resources) 및 그리드 코드(Grid Code) 란?

→ IBRs는 재생e, ESS 등 인버터(전력변환장치) 기반 자원을 총칭하며, 그리드 코드는 이러한 IBRs가 전력계통에 연계(접속)하기 위한 최소한의 기술적 요구사항(Requirement)을 총칭함



- IBRs 그리드 코드의 중요성

- (사고 사례) 발전기 또는 송전선로 등 설비 고장 시 재생e 추가 정지, 계통 불안정 발생 (전압, 주파수)
 - ▶ ('20.3) 신보령 #1발전기, ('21.8) 154kV 신서귀-안덕T/L, ('23.1) 345kV 광양S/S CB → 태양광 추가탈락
- (계통 불안정) IBRs 관련 이슈 심화(국회, 정부, 사업자 민원 등), 유관기관 · 정부 · 학계 합동 대응 中
 - ▶ ('22년~) 국정감사(광역정전 위기 대책 시급), 정부 주관 재생E-전력계통 혁신 TF(現 전력망 혁신TF)
 - ▶ ('23년~) 정부 주관 인버터 특별대책반 추진 및 제주에 이어 육지(호남) 인버터 성능개선 사업 추진
 - ▶ 정전위기 대응 TF('23.1), 인버터 성능미구비 출력제어 사전설명회('23. 3), 자체 그리드코드 WG('22~)

➡ IBRs 그리드 코드 관련 이슈 심화, 그리드 코드 관리의 중요성 대두

그리드 코드 운영체제 필요성(2/3)

■ (운영체제 필요성) 국내 인버터 그리드 코드 총괄 운영체제(기구) 부재 (1/2)

- IBRs 설비 확대 따른 그리드코드 이슈 급증, 관리 중요성 대두
 - 계통에 접속하기 위한 기술 요구수준 (신뢰도고시, 이용규정, 연계기준, 시장규칙 등)
- 안정적인 전력계통 운영과 재생^e 확대를 위한 계통운영(거래소) 및 송·배전사업자(한전)의 그리드코드 강화 대비 관리체계 미흡
 - 각 기관 필요 특정현안 위주 진행 및 요구사항 충족을 위한 산업계, 인증기관, 학계 등 관련 분야 산발적 논의 및 정보 관리·공유 미흡
- 송·배전계통 각자 다른 Reference 참조, 정합성 부족 및 효율성 저하
 - 각 처실 해당 현안 신뢰도 협의회, 전기위원회 등을 거쳐 개별 진행

그리드 코드 운영체제 필요성(3/3)

(운영체제 필요성) 국내 인버터 그리드 코드 총괄 운영체제(기구) 부재 (2/2)

- 그리드코드 관련 기준 제정 및 성능검증(시험 등) 관리 난항
 - 많은 요구사항 반영 곤란 사유로 스마트 인버터 KS 개정(안) 부결('22.11)
 - 인버터 성능검증 수행기관 여력 및 세부 시험절차 미흡
- 국내에는 북미 신뢰도 기구인 NERC와 같은 역할 부재
 - 인버터 기반 발전기가 적용 받는 추가적인 기술수준을 선제적으로 제시하고, 현 상황 분석 및 종합적 기술기준 총괄 운영 조직 부재

→ 안정적 계통 신뢰도 유지 및 그리드코드 관리를 위해 계통 운영 및 계획을 총괄할 수 있는
운영체제(기구) 필요(사례: 美 NERC, EU ENTSO-E)

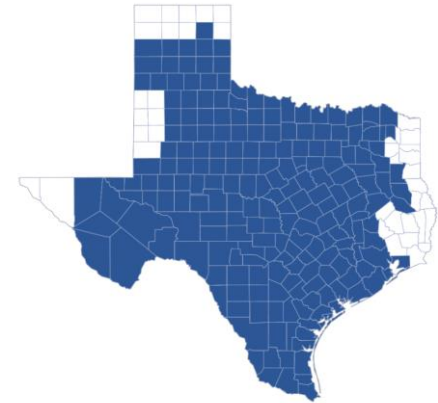
TRE (Texas Reliability Entity) 개요(1/4)

Texas RE (TRE)

TRE 기구

[TRE 기구]

1. Mission : ERCOT Interconnection의 신뢰도와 안전도를 효율적으로 관리하기 위해 설립됨
2. 관할지역 : ERCOT Interconnection, 텍사스주 지역의 부하의 90%와 토지 면적의 75%를 관리
3. 기타:
 - NERC의 개정 및 위임 협약에 따라 ERCOT 지역의 Regional Entity인 비영리 기업
 - 북미 지역의 6개 조직 중 하나
 - 단일 주와 단일 Interconnection을 모두 다루는 유일한 지역 법인(Regional Entity)



Texas RE는 ERCOT 지역에 다음과 같은 권한을 부여 받음

- ❖ NERC 신뢰도 기준 (NERC Reliability Standards)에 맞춰 기준준수(compliance)를 강화, 평가, 모니터링 및 개발함
- ❖ **지역 기준(regional standards)을 개발**
- ❖ 대규모 전력 시스템(bulk power system, BPS)의 신뢰도(reliability) 및 적정성(adequacy)를 평가하며 주기적으로 보고

TRE (Texas Reliability Entity) 개요(2/4)

Texas RE 비전 및 방향

Vision

ERCOT Interconnection의 신뢰도가 높고 안전한 대규모 전력 시스템(bulk power system)



독립성
(Independence)

중립적이고 객관적이며 공정하며 지적으로 정직해야(intellectually honest) 하며, 규제 독립성(regulatory independence)과 이해관계자 전문 지식을 모두 고려하는 거버넌스 관행을 확보하여 신뢰도 및 안전도 문제에 대응해야 함

정직성
(Integrity)

기밀 정보의 보안을 유지하며 높은 수준의 윤리규범을 갖추어야 함

포용성과 투명성
(Inclusiveness and Transparency)

이해관계자 참여 기회를 만들며, 모든 이해관계자의 다양한 이해관계를 고려하고 균형을 맞추며, 소비자에게 부담되는 비용을 고려함. 산업 전문 지식을 활용하고 불필요한 중복을 방지

우수성
(Excellence)

운영의 우수성을 추구하며 최고의 기술 전문가들의 적극적인 참여를 촉진하고 자원의 효율적인 사용과 할당에 관한 체계적인 결정을 내림

혁신성
(Innovation)

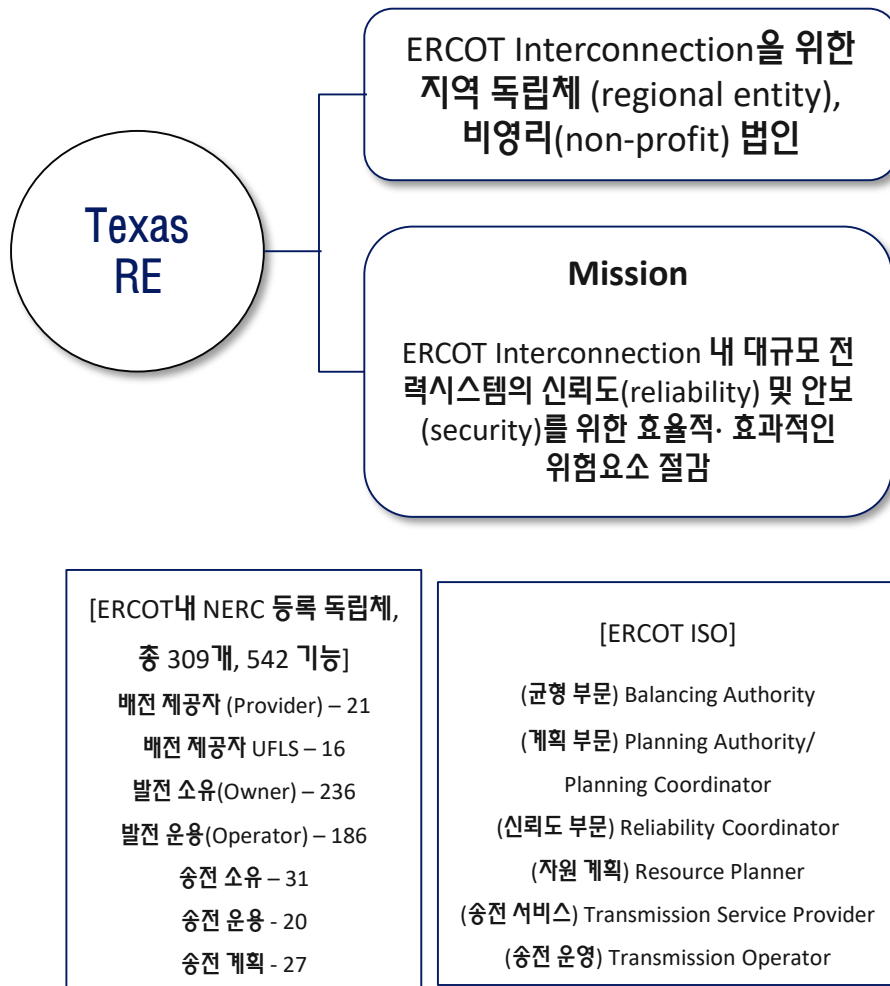
책임 이행에서 공공의 신뢰(public trust)를 유지하며 사실을 기반으로 문제에 즉각 대응하여 사고(events), 발생하는 신뢰도 리스크, 이해관계자 이익 및 대중의 이해관계와 관련된 문제를 해결함

책임성
(Accountability)

발생하는 리스크를 평가하고 변화에 적응하며 새로운 아이디어를 장려하고 향상된 생산성과 신뢰도 운영에 기여하는 노력을 우선시함

TRE (Texas Reliability Entity) 개요(3/4)

Texas RE 조직 구성

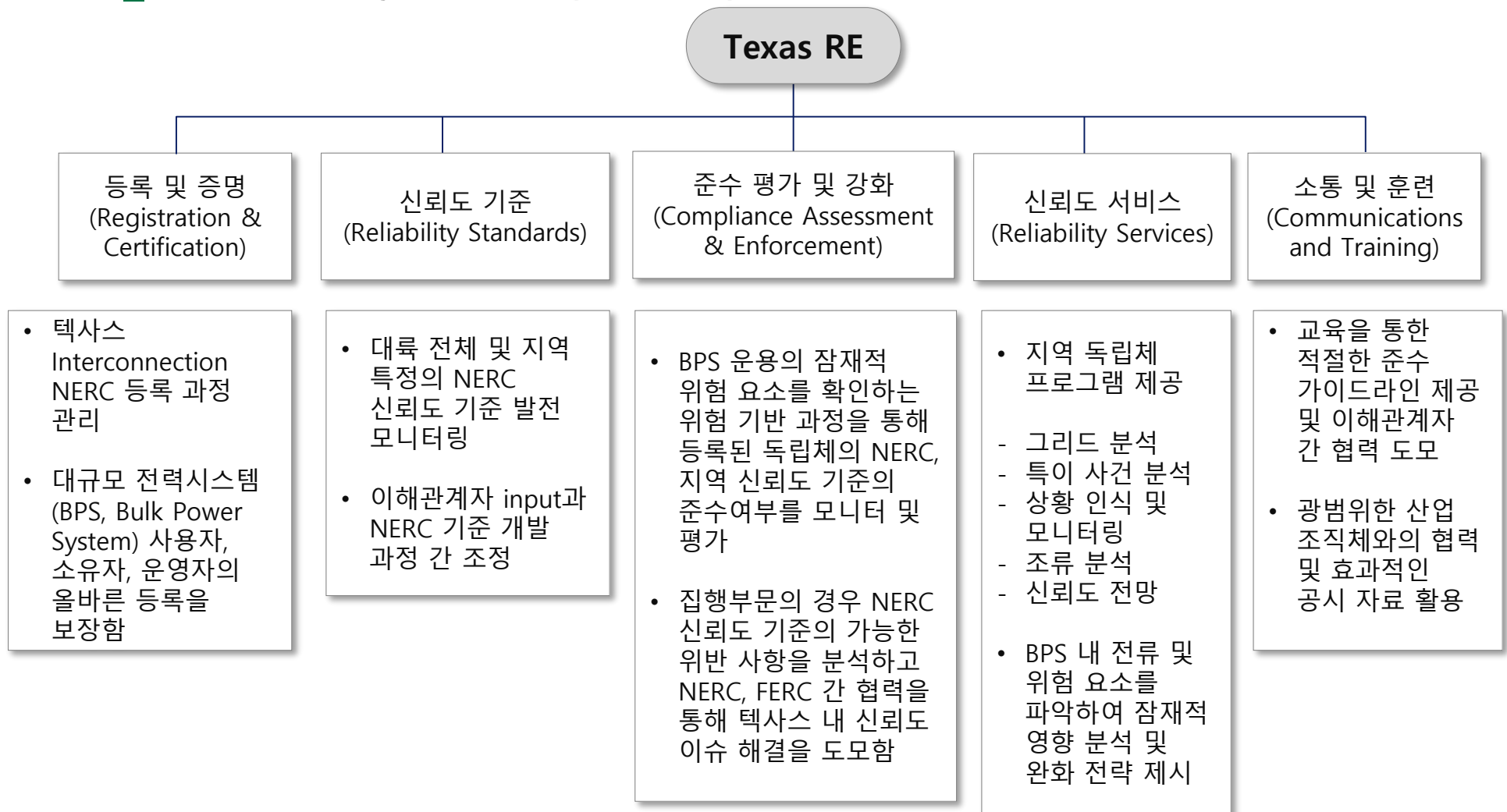


- FERC*로부터 승인 받은 NERC*의 대표 협약(delegation agreement)에 의거
 - ERCOT Interconnection: 텍사스 주에 위치 (부하의 90%, 토지 면적의 75% 포함)
- * FERC (Federal Energy Regulatory Commission)
- * NERC (North American Electric Reliability Corporation)

- ERCOT은 타 지역과 동시 연결되지 않은 분리된(separate) Interconnection
 - Texas RE는 단일 주(single state)에 단일 Interconnection을 제공하는 유일한 지역 독립체 (regional entity)
 - ERCOT 의 도매시장(wholesale market)은 FERC 가 아닌 PUCT에 의해 규제됨
 - ERCOT Interconnection은 단일 균형 부처(single Balancing Authority), 계획 부처(Planning Authority), 신뢰도 코디네이터, 신뢰도 계획부처(reliability Planner) (ERCOT ISO)에 의해 제공됨
 - ERCOT ISO* 는 PUCT 와 텍사스 주 의회의 감독하에 운영됨
- * ISO (Independent System Operator)

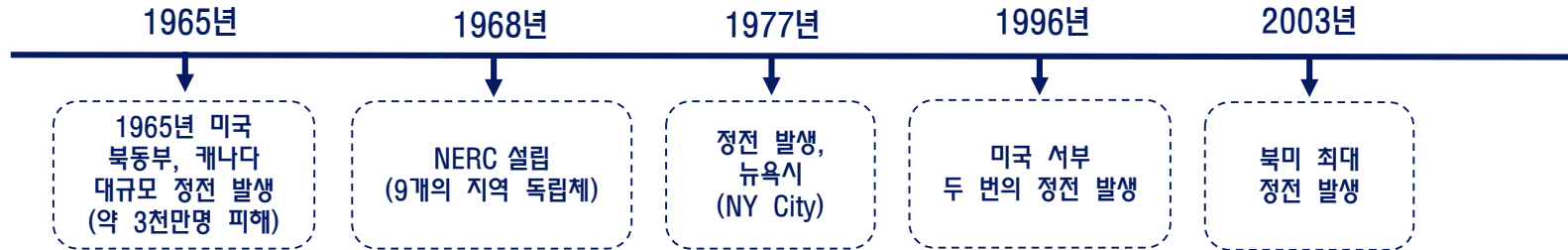
TRE (Texas Reliability Entity) 개요(4/4)

Texas RE Departments (주요 업무)



Texas RE 역사 (1/3)

Texas RE History (1/3)



[2003년 북미 최대 정전]

- 9,300 제곱 마일 면적에 영향
- 5천만 규모의 인적 피해 발생
- 사망 11건
- 6백만 달러 규모의 손해 발생
- 원인
 - 조목 과성장 (vegetation overgrowth)
 - 경보(alarm) 시스템 결함
 - 인적 오류



2010년 이후 주요 사건

1) 2011년 겨울 폭풍

- 극한의 추위로 인해 대규모 발전 손실(generation loss) 발생, 텍사스 주의 극심한 추위에 대한 경각심을 일깨움

2) 샌디에이고 대규모 정전 발생

- 2011년 9월, 샌디에이고 주에서 발생한 정전 이후 ERO*의 광역 운영 점검 (operational practices)이 시행됨

*ERO (Electric Reliability Organization)

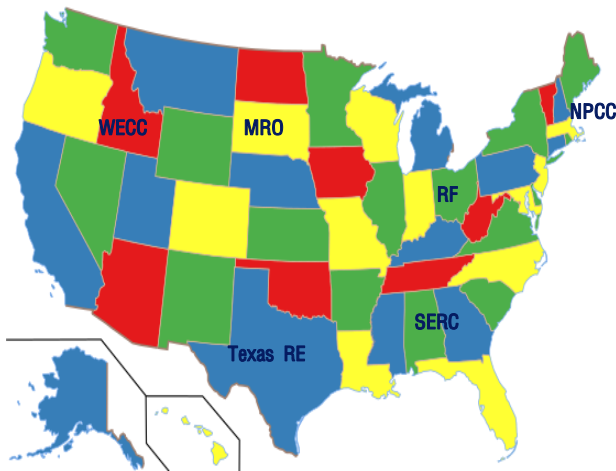
3) 산불, 2016 ~ 2018년

- Blue Cut Fire과 같은 사건 이후 다수 지역에 대한 태양광 공장 운용(solar plant operations)에 대한 점검이 시행됨

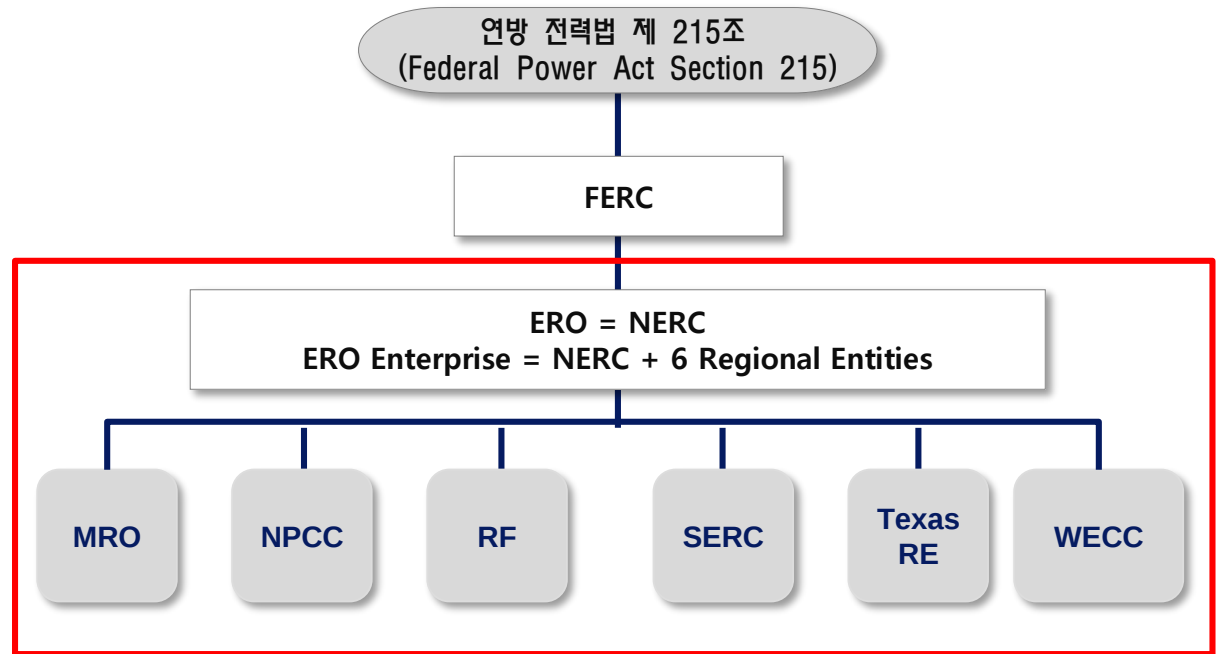
Texas RE 역사(2/3)

Texas RE History (2/3)

- 주요 해외 연방 전력법 제 215조에 의거하여 FERC 산하에 NERC 와 6개의 지역 독립체로 구성된 ERO가 존재
- 2006년 FERC가 NERC에 ERO 자격 부여 시 총 8개의 지역 독립체가 대표 협약(delegation agreements)에 참여



MRO: Midwest Reliability Organization
NPCC: Northeast Power Coordinating Council
RF: Reliability First
SERC: SERC Reliability Cooperation
WECC: Western Electricity Coordinating Council
TRE: Texas Reliability Entity

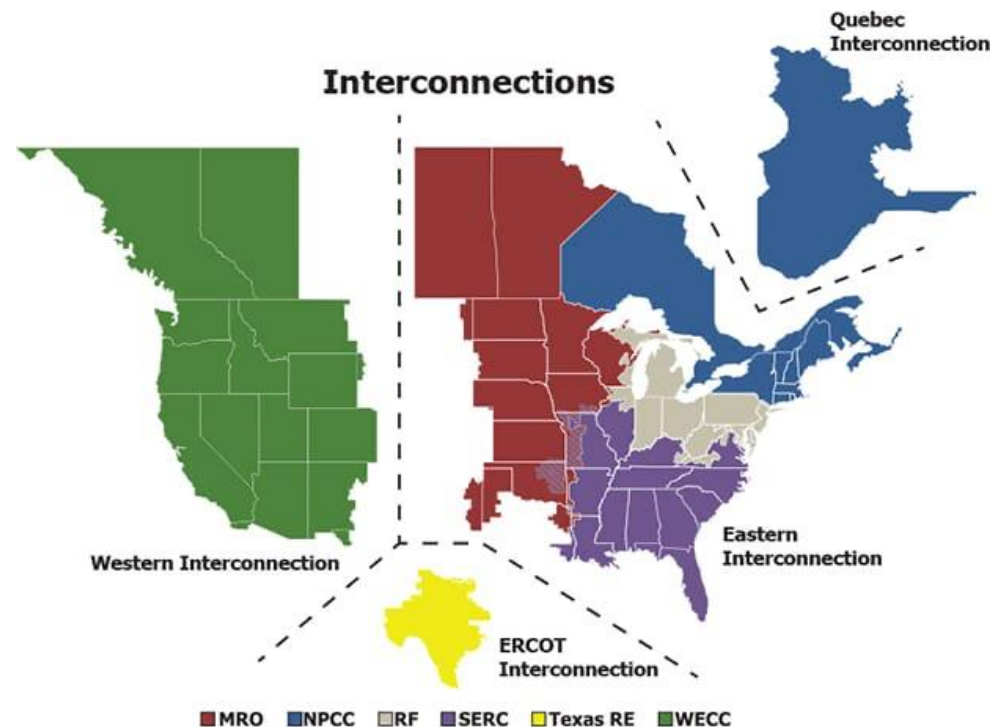
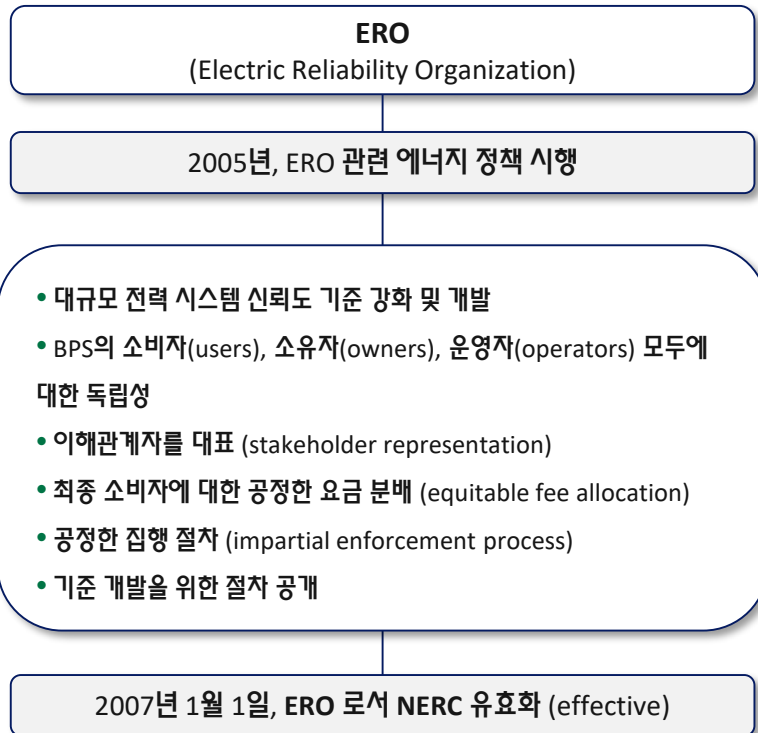


<그림 ERO / NERC 구성>

Texas RE 역사(3/3)

Texas RE History (3/3)

- 2005년 ERO 설립 관련 에너지 정책이 시행되었으며, 2007년 ERO로서 NERC가 유효화 됨

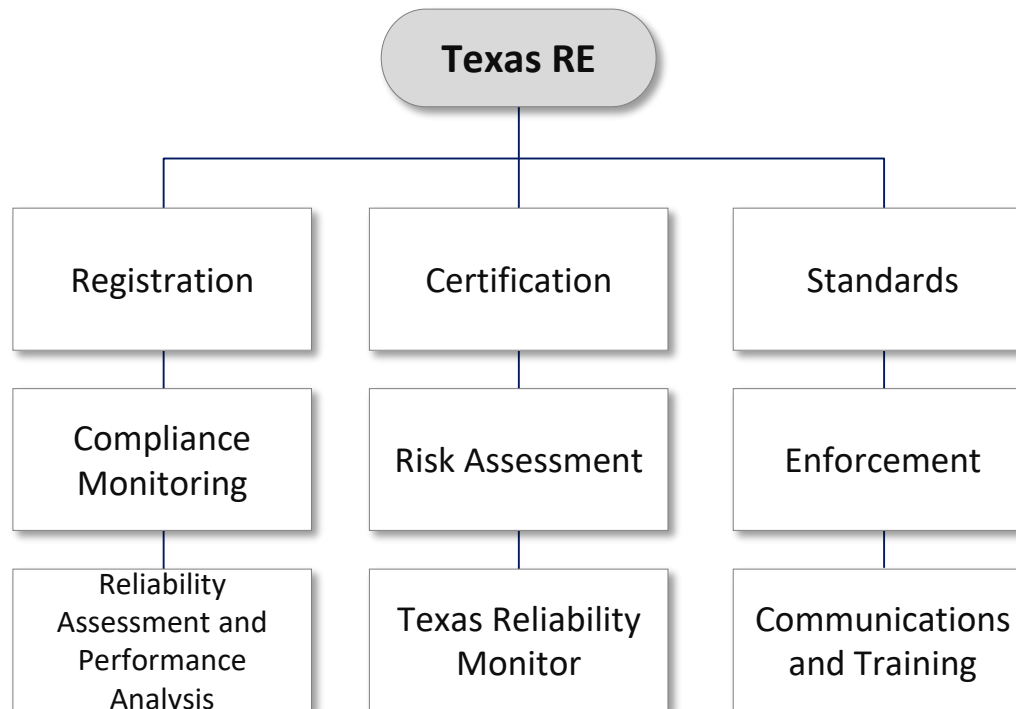


<그림 NERC Interconnection>

Texas RE 주요 업무 및 부문(1/6)

Texas RE 주요 업무 및 부문

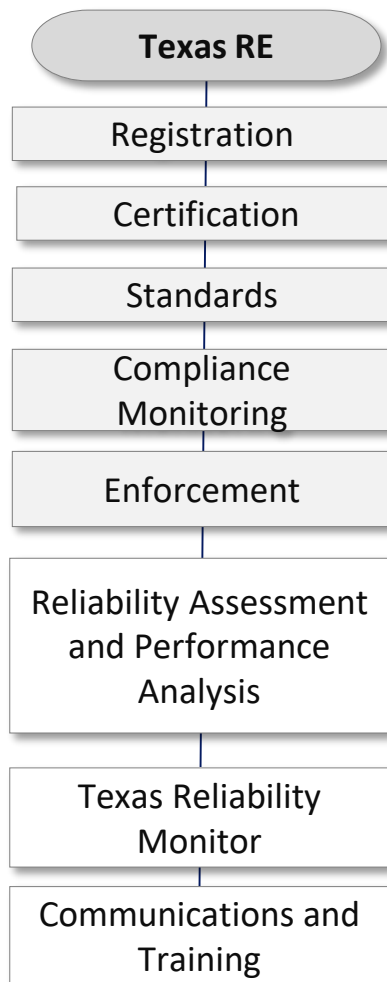
- I. NERC 신뢰도 기준 개발, 모니터, 평가, 준수 강화
- II. BPS 신뢰도 및 적정성(adequacy) 보고 및 평가
- III. ERCOT 지역에 대해 PUCT 신뢰도 모니터 제공



<그림 Texas RE 9개 세부 부문>

Texas RE 주요 업무 및 부문 (2/6)

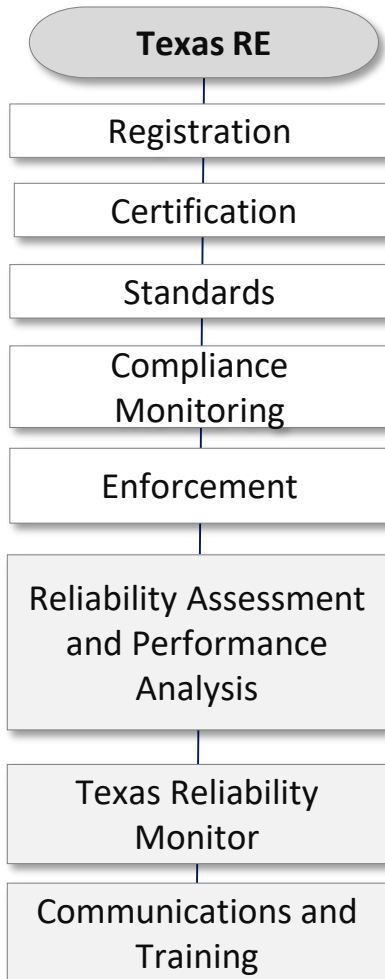
Texas RE 부문별 주요 업무 (1/2)



- Registration & Certification (등록 및 인증 부문)
 - ERCOT Interconnection 대규모 전력 시스템 내 사용자(users), 소유자(owners), 운송자(operators) 모두에 대해 다음을 보장함
 - ✓ 각 기능에 대한 올바른 등록
 - ✓ 기능 수행을 위한 인증
 - ✓ NERC 신뢰도 기준을 기반으로 한 이행 계획
- Standard (기준 부문)
 - NSRF*(NERC Standards Review Forum) 회의 주선
 - NERC 신뢰도 기준에 대한 투표 및 의견
 - 지역 신뢰도 기준 프로젝트 주선
- Compliance Monitoring and Enforcement Program (CMEP)
 - 리스크 평가 (risk assessment)
 - ✓ 본질적 위험 평가(IRA, Inherent Risk Assessment) 및 내부 통제 평가(ICE, Internal Controls Evaluations) 수행
 - 컴플라이언스 모니터링 (compliance monitoring)

Texas RE 주요 업무 및 부문 (3/6)

Texas RE 부문별 주요 업무 (2/2)



- Reliability Assessment and Performance Analysis (RAPA, 신뢰도 평가 및 성능 분석)
 - 그리드 모니터
 - 신뢰도 평가 데이터 제공
 - 시스템 이벤트 검토
 - ERCOT Interconnection 내 이상 검토 (disturbances review)
- Texas Reliability Monitor (텍사스 신뢰도 모니터)
 - Texas RE는 PUCT 신뢰도 모니터로 기능
 - PUCT 집행 활동 보조 및 지원
- Communications and Training
 - 공지(Announcements), Texas RE 검토, 워크샵 등

Texas RE 주요 업무 및 부문 (4/6)

Texas RE Membership

- Texas RE 는 회원 기반 조직이며 회원들은 Texas RE 규정과 이사회의 독립 이사 승인을 위한 투표, MRC(Member Representatives Committee) 대표를 선출함. 별도의 회원 비용은 없음 (no-charge membership)
- MRC(Member Representatives Committee)
 - 이사회에 다음과 관련된 자문을 제공함
 - Texas RE의 연간 예산, 비즈니스 계획 및 자금 기구
 - 지역 신뢰도 기준 개발 및 지역 변이(regional variances)
 - BPS 신뢰도 및 Texas RE의 목적 및 운영과 관련된 기타 사항
- NSRF(NERC Standards Review Forum) 감독
- 이사회는 Texas RE CEO를 선정하고 전반적인 목표 및 정책 방향을 결정하며 Texas RE 예산 및 운영을 승인
 - ✓ 네 명의 독립 이사
 - ✓ CEO, PUCT 의장 또는 부의장 (vice chair), 투표권이 없는 총무(non-voting Ex-Officio), OPUC 공공 변호단 (Public Counsel)

Texas RE 주요 업무 및 부문 (5/6)

NERC 위원회

- 신뢰도 및 보안 기술 위원회, RSTC (Reliability and Security Technical Committee)
 - ✓ 2019년 11월 NERC 이사회 승인
 - ✓ 기존의 세 기술 위원회 (OC, PC, CIPC) 대체
- 컴플라이언스 및 인증 위원회, CCC (Compliance and Certification Committee)
 - ✓ NERC 의 ROP(Rules of Procedure) 준수 모니터링
- ERCOT Working Group
 - ✓ 핵심 인프라 보호 작업 그룹, CIPWG (Critical Infrastructure Protection Working Group)
 - ✓ 성능, 이상, 준수 작업 그룹, PDCWG (Performance, Disturbance, Compliance Working Group)
 - ✓ 신뢰성 운영 소위원회, ROS (Reliability Operations Subcommittee)

Texas RE 주요 업무 및 부문 (6/6)

■ Key Takeaways (주요사항)

- FERC는 BPS의 신뢰도를 위해 ERCOT 지역에 대한 관할권을 가지고 있음
- Texas RE는 단일 주 (Single State) 와 단일 Interconnection을 모두 서비스하는 유일한 지역 독립체
- Texas RE는 NERC 및 주 신뢰도 기준을 모두 모니터링하는 유일한 기관임
- 이해 관계자(Stakeholder)들의 참여가 중요함
- Texas RE 는 무료 교육을 제공하며 회원자격 또한 무료임

Texas RE Website and Contact Info

Texas RE Website

- www.texasre.org
- Contact Info

Name and Title	Phone	Email
Lane Lanford—President & CEO	(512) 583-4940	Lane.Lanford@texasre.org
Jim Albright—Vice President & Chief Operating Officer	(512) 583-4962	Jim.Albright@texasre.org
Judy Foppiano—CFO & Director, Corporate Services	(512) 583-4959	Judy.Foppiano@texasre.org
Derrick Davis—General Counsel	(512) 583-4923	Derrick.Davis@texasre.org
Curtis Crews—Director, Compliance Assessments	(512) 583-4989	Curtis.Crews@texasre.org
Mark Henry—Director, Reliability Services	(512) 583-4988	Mark.Henry@texasre.org
JW Richards—Director, IT & Security	(512) 583-4934	JW.Richards@texasre.org
Joseph Younger—Director, Enforcement, Reliability Standards, & Registration	(512) 583-4939	Joseph.Younger@texasre.org
Irma Bernard—Manager, Accounting	(512) 583-4914	Irma.Bernard@texasre.org

Name and Title	Phone	Email
Rochelle Brown—Manager, CMEP Coordination	(512) 583-4921	Rochelle.Brown@texasre.org
Katherine Gross—Manager, Enforcement	(512) 583-4995	Katherine.Gross@texasre.org
Rachel Coyne—Manager, Reliability Standards Program	(512) 583-4956	Rachel.Coyne@texasre.org
Paul Curtis—Assistant General Counsel	(512) 583-4924	Paul.Curtis@texasre.org
Abby Fellingner – Manager, Registration	(512) 583-4927	Abby.Fellingner@texasre.org
Matt Barbour—Manager, Communications and Training	(512) 583-4931	Matthew.Barbour@texasre.org
Keith Smith—Manager, O&P Compliance Monitoring	(512) 583-4965	Keith.Smith@texasre.org
Kenath Carver—Manager, CIP Compliance Monitoring	(512) 583-4963	Kenath.Carver@texasre.org
Kara Murray—Manager, Human Resources	(512) 583-4919	Kara.Murray@texasre.org

감사합니다

j h u r @ e w h a . a c . k r
