

# 2018년 제47차 CIGRE(국제대전력망 기술회의) 참석 결과 보고

계통운영처 계통기술팀 조재왕 차장

## 1. 출장개요

- 출장자/출장지 : 계통기술팀 부장 강부일 외 2명/프랑스 파리
- 출장기간 : 2018.8.25.(토) ~ 2018.9.2.(일) (7박 9일)
- 참석목적
  - CIGRE SC C2[전력계통 운영]분야 한국대표 자격으로 참석
    - C2.39 워킹그룹 회의, C2 총회, Special Report 세션
  - CIGRE SC B5[전력계통 보호]분야 논문 발표
    - Development of a New Under Frequency Load Shedding Scheme for Jeju Island Power System

## 2. C2(계통운영)분과 주요 내용

- C2 분야 현황 및 연간활동 실적, 향후 활동계획 논의
  - 회원현황 : 정회원(9개국), 준회원(8개국), 신규 추가회원(2개국, 4명)
  - 전체 240개 WG 중 C2 분과는 7개 분야 활동

SC	Nb WG	Nb countries	Nb Positions	Nb Experts		Pos/expert	Ladies/experts
				Nb experts	of which Nb Ladies		
A1	28	40	408	301	4	1.36	1%
A2	15	44	435	367	37	1.19	10%
A3	9	29	189	181	12	1.04	7%
B1	30	34	432	347	34	1.24	10%
B2	18	44	576	385	23	1.50	6%
B3	17	45	444	353	26	1.26	7%
B4	17	32	460	386	38	1.19	10%
B5	23	36	423	366	18	1.16	5%
C1	11	36	218	196	28	1.11	14%
C2	7	33	151	143	16	1.06	11%
C3	8	30	149	106	33	1.41	31%
C4	32	54	697	587	42	1.19	7%
C5	8	32	125	106	17	1.18	16%
C6	9	34	201	175	16	1.15	9%
D1	25	39	626	443	38	1.41	9%
D2	11	39	260	227	18	1.15	8%
All SC	240	72	5470	3986	336	1.37	8%

- C2 분과 기술보고서 발간 4건(전력반도체 기반기술 적용에 따른 전력계통 안정도 측면에서의 영향 등)
  - \* 향후 광역감시시스템(WG C2.17), 전력계통 안정도제어를 위한 시스템 기반설계(JWG 02/04.37) 기술보고서 발간(2018년 4사분기)

- 세부 워킹그룹별 활동실적 및 향후일정, 산출물 등에 관해 발표 및 논의
- C2 분과 기술회의 : 덴마크에서 개최될 심포지움에서 동시개최('19.6.4~7)
- 2021년 심포지움에 대해 제안서 발표(일본, 호주) 및 개최국 선정(일본)
  - \* 일본 : 배전망 설계, 운영 및 제어(SC C1,C2,C6,D2 분야 기술회의, 워킹그룹 미팅, Tutorial, 현장설비 견학 등으로 구성)

○ 2018 CIGRE 기술회의 개최

- 대규모 정전사례 워크숍 개최 : 7개 국가 운영사례 발표 및 토의
- Poster Session 및 Group Discussion Meeting 개최
- Poster Session에서는 계통운영 관련 42개 논문 게시 및 질의응답
  - \* 전자화면에 논문 발표(계통해석 툴, 신전력설비 운영현황, 계통보호, 고조파 문제, 신재생 및 ESS 영향 등)
- Group Discussion Meeting에서는 운영신뢰도 확보, 빅데이터를 활용한 전력계통 운영을 주제로 55개 요약논문(Contribution) 발표

구분	운영신뢰도 확보	빅데이터를 활용한 계통운영
핵심의제	전력계통 가관측성, 제어성 및 유연성 개념	계통운영을 위한 빅데이터의 정보화
	광역감시 및 제어	발·송변전 및 계통운영자간 데이터연계
	계통복구	감시, 시각화, 의사결정 수단
	보조서비스(주파수,전압)	수요예측
발표건수	42	13

- 참석자는 전체 Tutorial 과정을 수강할 수 있는데, C2 분과는 TSO/DSO 연계를 주제로 5명의 연사가 발표

○ 2018 CIGRE WG(Working Group) C2.39 참석

- 일시 및 장소 : 2018. 8. 29 09:00~12:00, CIGRE 총회장(124호실)
- 참석자 : KPX등 11개국(일본, 크로아티아 불참)
  - (브라질ONS, 호주AEMO, 독일, 프랑스RTE, 스페인REE, 이탈리아Terna, 미국 GE Power, 오스트리아, 세르비아, 아일랜드 EPRI International)
- 개요 : 미래 관제역량 제고를 위한 WG 멤버국 현황소개

☞ Study Committee C2 : Power System Operation and Control 산하 WG C2.39 Operator Training in Electricity Grids at Different Control Levels and for Different Participants/Actors in the New Environment

### 3. B5(계통보호)분과 주요 내용

- B5 (계통보호) Special Report 세션(특별주제 1, 2로 구분, 총 43개 논문)
  - (브라질 ONS) Power Swing Blocking and Tripping 사례 연구
  - (요르단 Nepco) 요르단 UFLS Scheme 및 동작사례 소개
  - (루마니아) Power Oscillation시 발전기 보호계전기 Pole Slip function 동작 Issue
  - (인도 NTPC) 여자기 UEL과 발전기 보호계전기 Under Excitation Protection과의 협조
- B5 (계통보호) Tutorials 1개 주제
  - Challenges and solutions for the maintenance of fully digital substation

### 4. 출장 소감

- 계통운영자 중심의 C2[계통운영]분야에 한국의 참여가 매우 저조함.
  - 워킹그룹 9개중, 1개 참여, 논문 및 Contribution 참여 실적이 낮음.
  - 국내 산·학·연의 긴밀하고, 전략적으로 대응 필요.
    - ※ CIGRE W/G 등 국제공동 연구활동을 공동 연구과제 분야로 신설 지원방안 협의
- 계통보호 분과 B5[계통보호]에 전체 논문 43개중 동아시아 3국의 논문의 총 5편(한국 2개, 중국 2개, 일본 1개)으로, 한국의 참여는 다른 분과에 비해서는 많은 편이나 기타 유럽국가에 비해 참여실적이 저조함.
  - Special Report 세션 2개 중 하나가 IEC61850 Process Bus 적용에 대한 주제로 우리나라에서 아직 적용되지 않는 기술이나 유럽 및 중동 국가들에서는 확장 추세에 있으므로 우리나라에서도 빠른 대응이 필요한 분야로 판단됨.
- 분과에 관계없이 논문 및 Contribution의 참여에 적극적인 나라가 브라질과 일본이며, 일본은 특히 전력설비 제조업체에서 적극적으로 학회 활동에 참가하는 것으로 보임.
- 한국의 Cigre 참여 실적을 향상시키기 위해서는 Cigre 한국위원회를 중심으로 학계, 산업체, 전력 공공기관의 전반적인 참여가 필요함.

붙임 : Cigre 학회 주요내용. 끝.

[붙임]

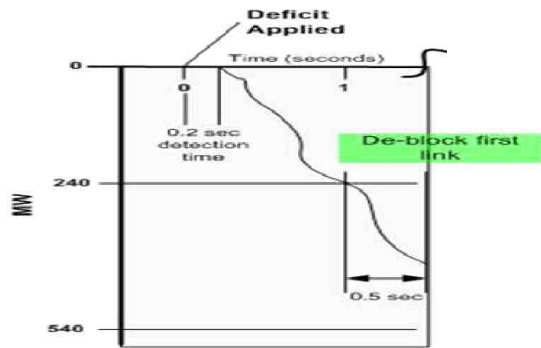
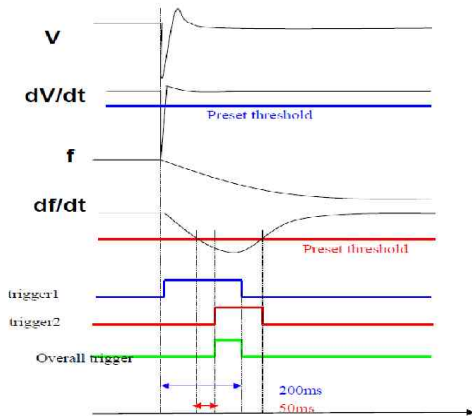
# Cigre 학회 주요내용

## 1 C2(계통운영 분과) 주요내용

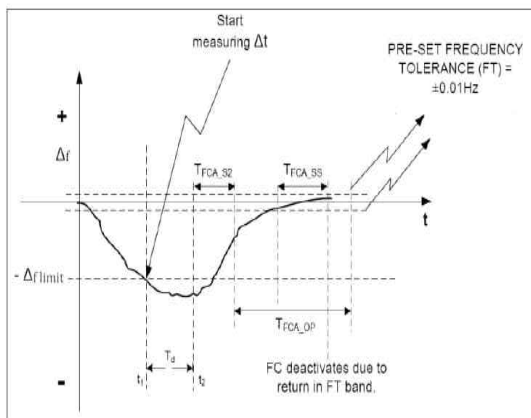
1. 특별주제 발표1 : GCCIA 계통에서의 194만kW 발전력 탈락시 운영사례
- 특별주제 발표1 : GCCIA 계통에서의 194만kW 발전력 탈락시 운영사례 발표
  - 중동지역 6개 전력회사 연합체로서 400kV 가공송전선로로 상호연계 운전, 사우디아라비아와는 BTB HVDC로 연계운전
  - HVDC 운전모드 : 경제급전모드, 주파수변동을 고려한 동적예비력 배분모드, 주파수편차를 고려한 주파수제어 모드
  - 동적예비력 배분모드 : 평상시 운전모드

1st criteria:  $dV/dt$  &  $dF/dt$

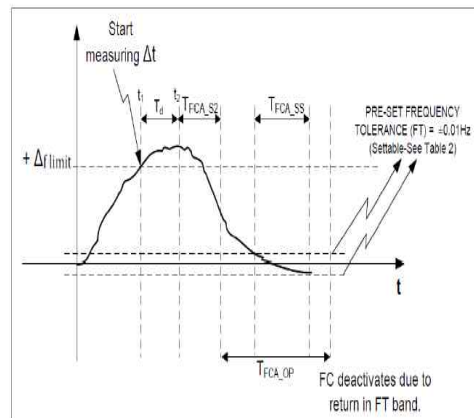
2nd criteria:  $AFD > 240MW$



- 주파수제어모드 : 주파수편차가 사전 정의한 값을 벗어날 경우 동작



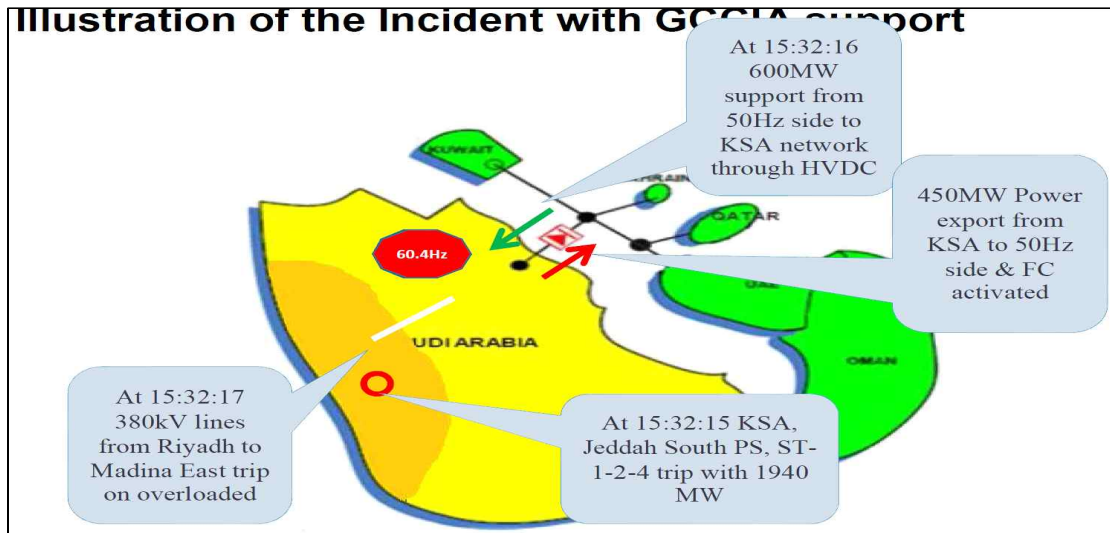
[저주파수 상태일 경우]



[과주파수 상태일 경우]

○ 고장발생 및 HVDC 제어

- ① 194만kW 발전력 탈락으로 계통주파수 하락 : 60.0Hz→ 59.72Hz
- ② 380kV 연계 송전선로가 과부하로 Trip되면서 계통분리 됨
- ③ HVDC 동적예비력 모드 동작으로 60만kW 공급
- ④ 과주파수 발생으로 HVDC 주파수제어모드 동작 → 주파수 안정



[관련계통도 및 고장발생 상황]

○ “미래전력계통”을 주제로 한 이슈발표 : 이탈리아 2030 계통운영

- 전력분야 추세 및 도전 : 신재생에너지에 의한 변동성 및 불확실성 증가, 분산전원 및 이해관계자 조정 요구 증가, HVDC 계통연계 증가 등
  - 2030년까지 신재생에너지 설비용량 55% 목표, 풍력 및 태양광발전 70GW 접속, 2025년까지 화석연료 8GW 폐지 등
  - 수요자원, 분산전원 및 저장장치 활용도 제고
  - 지역간 전원믹스 및 발전패턴 변동성 활용 극대화
  - TSO-DSO간 연계강화를 핵심 성공요인으로 고려
- \* 대부분의 전력회사가 유사한 관점으로 미래 전력환경 변화를 인식하고 있었으며, 이에 대한 중장기 비전을 제시하고 있음

## 2. 워킹그룹 C2.39(계통복구) 회의 참석

가. 일시 : 2018. 8. 29 09:00~12:00:00

나. 장소 : 프랑스 파리 2018 CIGRE 총회장(124호실)

다. 참석 : KPX등 11개국(일본, 크로아티아 불참)

(브라질ONS, 호주AEMO, 독일, 프랑스RTE, 스페인REE, 이탈리아Terna, 미국GE Power, 오스트리아, 세르비아, 아일랜드 EPRI International)

라. 내용 : 미래 관제역량 제고를 위한 WG 멤버국 현황소개

☞ Study Committee C2 : Power System Operation and Control 산하 WG C2.39  
Operator Training in Electricity Grids at Different Control Levels and for Different  
Participants/Actors in the New Environment

### 1. C2.39 워킹그룹 구성배경

- 신재생 분산전원 급증, 수요예측, 수급운영 어려움 가중
- DR, VPP, ESS, 전력전자 설비 확산 계통운영 불확실성
- 미래 적정예비력, 계통제약, 전력시장 고려 계통운영 필요
- 인적자원 교육, 시스템 사전준비 등 국제적인 요건 도출

### 2. 토의내용

- 각 회원국 자기소개, 향후 진행일정, 협조방향, 이슈 토의
- 의장국 브라질 ONS의 TSO-DSO 협조사례 및 훈련소개
- KPX 관제사 교육훈련 내용, 훈련 애로사항 및 참여 동기
- 훈련에 관한 기존 경험 및 이슈 1차 조사 (2018. 10월)
- 차기 회의장소 선정 : 세르비아(2019. 3월)

### 3. 범위

- 새로운 훈련 콘텐츠, 제품, 분산 송전망 모의 훈련도구
- 관제사 의사결정 지원 위한 기본요건, 운영 제어 전략
- 상이한 제어 레벨과 관제사간 효과적인 합동훈련 방법
- 기술외적 훈련 (IT기술, 스트레스 관리, 책임, 소통외)
- 훈련환경, 관제사 평가와 인증을 위한 평가과정 도출
- 전력계통 비상, 복구 능력 증진훈련 정의 등

### 3. C2 (계통운영) Special Report 세션

#### <Special Report 세션>

포스트 발표예정인 논문들에 대해서 사전에 전문 검토자가 질문을 공개적으로 제시하면, 회의 참석자가 자신의 지식을 함께 공유(Contribution)하기 위해 답변을 발표하는 자리로 원활한 회의진행을 위해 답변을 제출·승인 받는 절차를 거침

#### 가. 특별주제 1(Preferential Subject 1)

##### Ensuring Operation Reliability

- New concepts of system observability, controllability and flexibility.
- New solutions for provision of ancillary services
  - frequency and voltage control
- Wide area control
- System restoration

1) 총 35개의 논문 접수 및 Special Report 발표(Contribution)

2) 주요 발표 내용

가) (이탈리아 Terne Rete) 380kV 선로를 활용한 Top-down 방식 계통복구 시험 결과

- 프랑스 남부와 interconnection 선로를 통해 1400km 떨어진 발전기를 기동하는 실제 필드테스트 진행
- 복구 선로가 1400km로 아주 길기 때문에 Voltage control이 계통복구에 가장 큰 이슈임.
  - 선로의 충전전류로 인한 전압상승을 방지하기 위해 380kV 변전소에 Shunt Reactor를 투입하여 전압제어를 시행
- 전압제어를 위해 투입된 Shunt Reactor와 복구선로 인근 고압 송전선로의 Capacitive mutual coupling으로 인해 공진현상이 발생할 우려 존재
  - 필드 테스트를 통해 공진을 방지하기 위한 Shunt Reactor의 tap position을 찾는 것이 매우 중요함.
- 2017.4.9. Top-down 계통복구 Test 시행(복구시간 35분)
  - 아래 Fig.2는 계통 복구 경로이며 VLR 변전소에서 BSS변전소로 복구 진행(색깔별로 순차적으로 선로 복구)



Fig. 2 Restoration path under test

- 우리나라의 전계통 정전복구 과정과는 달리, 프랑스 계통과 interconnection이 되어 있으므로 계통 복구 과정에서 주파수 fluctuation의 문제는 없으므로, Voltage Control에만 주의하면 됨.
  
- 나) (미국 GE) Inertia가 작은 계통에서 Fast Frequency Response의 역할
  - 전 세계적으로 전력계통의 구성이 탈석탄, 탈원전, high renewable resource 전원믹스로 바뀌어가는 추세이며, 이는 전통적인 전력계통 운영방식의 신뢰성에 상당한 도전이 되고 있음.
    - 신재생에너지의 portion이 커질수록 전력계통의 inertia는 작아지며, 이는 RoCoF(Rate of change of Frequency)가 커지게 됨
  - 신재생전원의 증가로 인한 RoCoF 증가에 대비하기 위하여 더 빠른 반응속도를 가진 자원들이 계통에 필요로 하게 됨.
    - 계통의 Inertia와 동기발전기의 governor action에 의한 주파수 제어로는 Low-inertia 계통에서는 계통의 안정성을 충분히 확보할 수 없음.
    - 계통의 Inertia와 동기발전기의 governor action에 의한 주파수 제어, UFLS(Under Frequency Load Shedding), Fast Frequency Response를 적절히 조합함으로써 계통의 신뢰성을 확보할 수 있음.

- Fast Frequency Response Source는 아래와 같음.
  - inverter based generation including wind, curtailed solar
  - Battery(ESS, Energy Storage System)
  - Demand Response
  
- 하와이 Oahu Grid 특징
  - 하와이 Oahu Grid는 하와이의 6개의 독립계통 중 하나이며, 2045년 까지 신재생전원을 100%사용하는 것을 목표로 하고 있음.
  - Oahu Grid 계통 특징
    - 독립계통이므로 Contingency 상황에서 계통을 연계할 수 없음
    - High renewable Source 1200MW peak load에서 650MW를 신재생 전원이 차지함.
    - frequency ride-through 기능이 없는 PV발전기 70MW
    - conventional 동기발전기에 의한 inertia가 작음
    - 200MW 발전기의 탈락이 가장 큰 상정고장이며, 이는 부하의 30~40%를 차지함.
  
- 주파수 회복 모의(Case Study : Hawaii Oahu Grid)
  - 모의 조건

	Scenario 1	Scenario 2
Instantaneous Wind and Solar Penetration (%)	17%	50%
Total System Inertia (MW-s)	5,300	2,500
Total Wind and Solar Dispatch (MW)	187	542
Total Generation (MW)	1,075	1,075
Synchronous Units Online	13	7

- 모의 결과(FFR source없는 경우)

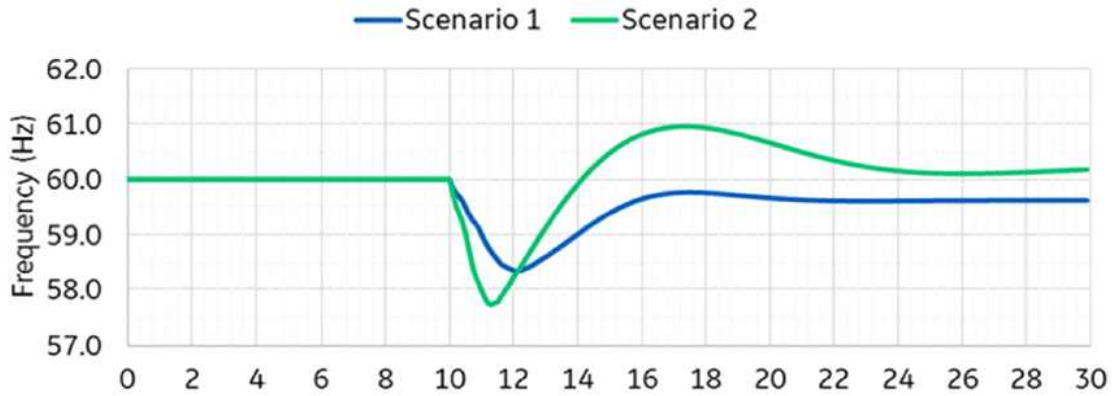


Figure 1: Frequency Response following Loss of Generation Event by Scenario

- RoCoF가 1.09Hz/s(시나리오1)에서 2.1Hz/s(시나리오2)로 증가한 것을 확인
- 최저주파수 도달 시간이 2.1초에서 1.3초로 빨라짐

- 모의 결과(FFR source 100MW 적용)

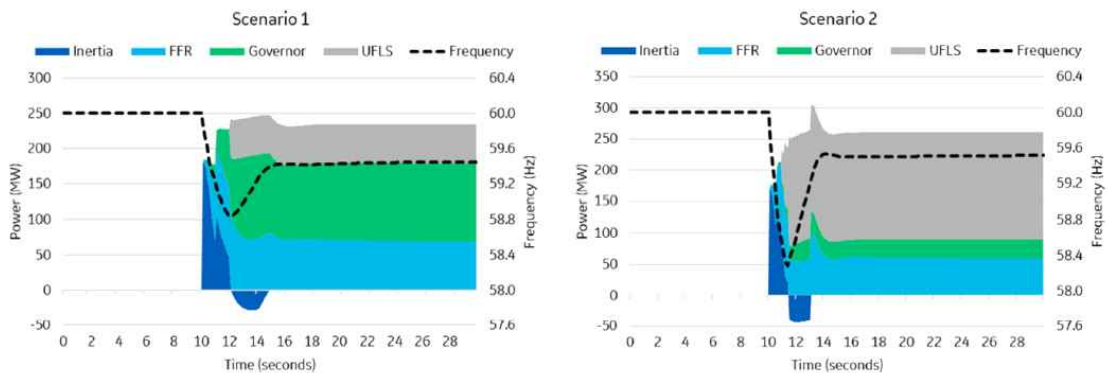


Figure 2: Deconstruction of Frequency Response Contribution by Inertia, FFR, Governor Response, and UFLS

- 발전기 탈락 후 Inertia로 RoCoF가 줄어들고, 다음 FFR response에 의해 주파수 회복이 이루어짐.
- 시나리오2에서는 Governor가 행동하기 전 UFLS에 의해 주파수 회복이 이루어짐.
- FFR Source가 없는 경우와 비교할 때 최저주파수가 높은 것을 확인

○ 결론

- FFR의 주요 기능은 주파수가 급감하는 상황에서 주파수를 arrest하고 governor가 동작할 수 있는 시간을 확보해주는 것임.
- 신재생에너지의 비율이 늘어날 것으로 예측되는 계통에서는 계통의 inertia, FFR, governor response, UFLS 4가지를 적절히 설계해서 계통의 안정성을 확보하는 것이 필요함.

- Market에서는 FFR을 위한 새로운 Payment Structure가 필요함

## 나. 특별주제 2(Preferential Subject 2)

### Big data and their use for system operations.

- Transformation of data into information for system operators
- Data exchange platforms with other entities
- Monitoring, visualization, awareness systems, decision support tools
- Forecasts

1) 총 12개의 논문 접수 및 Special Report 발표(Contribution)

2) 주요 발표 내용

가) (독일 Siemens AG) Providing ancillary services from distribution grids under the usage of distributed renewable generation

- 독일에서는 배전계통에서 신재생 에너지를 많이 사용하는 환경하에, DSO에서 TSO로 보조서비스를 제공하는 “Sys이 2.0”이라는 프로젝트를 추진중
- 특히, 배전망과 나아가서는 송전망의 전압 안정화를 위해 신재생 에너지원으로 공급되는 무효전력을 활용하고자 함

나) (핀란드 Fingride Oyj) New primary reserve requirements in the Nordic synchronous area - designing the disturbance reserve

- 계통의 주파수 안정에 영향을 미치는 주요 요소는 계통의 관성(inertia)와 운전예비력(primary reserve)임.
- Nordic 지역에서는 primary reserve와 Frequency Containment Reserve for disturbances(FCR-D)를 가지고 주파수 안정성을 확보함
- 계통의 주파수 안정성은 계통을 linearizing한 closed-loop과 FCR-D response에 의해 결정됨.
- FCR-D 에 적절한 값을 인가하기 위해 필요한 dimensioning system 파라미터들에 대한 연구가 더 이루어져야함.

## 1. Technical Program 논문 Poster 공동 발표

### 가. 논문제목 및 저자

- Development of a New Under Frequency Load Shedding Scheme for Jeju Island Power System

- Author : 강상희(명지대), 변성현, 유영식(전력거래소),

### 나. 주요내용

- 제주지역 대단위 발전력 탈락시 과도한 주파수 하락으로 인한 Blackout을 예방하기 위하여 적절한 UFLS(Under Frequency Load Shedding) 설계에 대한 연구
  - 주파수 모의 조건
    - 제주 계통부하 400 ~ 825MW사이 50MW step으로 10개 시나리오
    - 대단위 발전력 탈락 상정
      - a) #1 HVDC link 탈락
      - b) #2 HVDC link 탈락
      - c) 제주계통에서 용량이 가장 큰 발전기 1기(100MW) 탈락
- 결론
  - 현재의 부하상황 및 계통특성을 반영한 새로운 UFLS Plan 개발
  - 새로운 UFLS Plan을 보완하기 위하여 Backup step을 적용
  - 새로운 제주계통 UFLS Plan

step	Frequency	Time Delay	Load Shedding
1	59.2[Hz]	0.17[sec]	10[%]
2	59.0[Hz]	0.17[sec]	9[%]
3	58.8[Hz]	0.17[sec]	9[%]
4	58.4[Hz]	0.17[sec]	8[%]
5	58.2[Hz]	0.17[sec]	8[%]
6	58.0[Hz]	0.17[sec]	5[%]
후비	59.0[Hz]	12.0[sec]	3[%]
계	—	—	52 [%]

## 2. B5 (계통보호) Special Report 세션

### 가. 특별주제 1(Preferential Subject 1)

#### Protection under System Emergency Conditions

- Load Shedding Schemes
- Large / Transmission System Islanding
- Distribution and Isolated Power System related
- Generator Protection schemes
- Thermal protection
- Fault location
- Conceptual System - Wide Protection Architecture

1) 총 24개의 논문 접수 및 Special Report 발표(Contribution)

2) 주요 발표 내용

가) (브라질 ONS) Power Swing Blocking and Tripping

- 계통의 Disturbance에 의해 Power oscillation이 발생시, stable oscillation인 경우 보호계전기의 동작을 Blocking함으로써 불필요한 계통 분리를 막고, unstable oscillation의 경우 계통을 분리함으로써 동기탈조를 막는 보호 Scheme을 적용
- PMU(Phase Measurement Unit)를 사용함으로써 계통의 Power oscillation을 실시간으로 감지할 수 있고, 이를 Power oscillation 보호 계전기에 사용할 수 있다.
- PMU(Phase Measurement Unit)등을 적용한 WAMPAC(Wide Area

Monitoring Protection and Control)를 TSP 센터에 적용하여 계통을 운영하는 것은 현실이 되어가고 있다.

나) (요르단 NEPCO) 요르단의 UFLS 소개 및 Frequency threshold setting( $<f>$ )과 Rate of frequency chage setting( $df/dt$ )의 비교

○ 2017년 3월 요르단 계통 고장발생으로 인한 UFLS 동작 소개

- 시리아와의 interconnection 400kV 휴전중
- 이집트와 연계된 500kV T/L 휴전으로, 220kV T/L로 이집트와 연계된 상태
- 400kV T/L에 1선지락 고장 발생시 인근 발전기가 보호계전기 오동작으로 Trip되며 340MW 발전력 상실
- 220kV 연계선로로 부족한 발전력을 import하다 400kV 변전소의 전압이 350kV까지 떨어지고, 이로 인해 220kV backup protecion이 동작하여 이집트와의 연계선로가 Trip되어 요르단이 독립계통이 됨.
- 이로 주파수는 48.6Hz까지 떨어져서, UFLS 3단계까지 동작
- UFLS 동작중 태양광발전기등 2대의 발전기가 발전기 보호계전기 UFR의해 추가로 140MW 탈락(발전기 운영기준은 47.5~51.5Hz에서 운전가능하도록 되어있었으나, 발전기 UFR 세팅 잘못됨)
- 주파수 회복을 위하여 Control Center에서 추가로 Mannual load shedding을 시행(68MW)하여 주파수 회복



Figure 10: The Scada frequency record for our electrical system during the event

○ 시사점

- 인근 국가와 연계된 경우 UFLS 시스템과 독립계통인 경우 UFLS 시스템을 각각 설계해서 운영해야 함.
- UFLS 시스템의 UFR 주파수 setting과 발전기 보호계전기의 UFR 및 OFR setting의 보호협조 필요
- 신재생 에너지 전원을 고려서 frequency threshold scheme만을 이용하는 것 보다 rate of frequency change scheme을 적용하는 것이 안정적인 주파수 회복에 더 좋음.

다) (인도 NTPC) 인도계통에서 AVR UEL과 발전기 보호계전기 Under Excitation Protection의 보호 협조에 대한 연구

- 저여자 상태에서 발전기 운전을 지속시키는 것은 발전기와 계통에 모두 위험하지만, 계통전압을 안정적으로 유지하기 위해 때로는 발전기 capability limit를 초과하지 않는 상태에서 발전기 운전이 필요한 경우가 있음.
- 발전기 저여자 운전을 위해 가장 중요한 것은 AVR Limiter와 발전기 보호계전기의 보호 협조임.
- AVR 시스템은 set point( $V_{ref}$ )와 actual value( $V_g$ )의 steady state error를 최소화 하도록 튜닝되어야 함
  - Load angle limiter와 PQ limiter의 drifting은 다양한 발전기 단자전압에 대해 결정되어야함.

## 나. 특별주제 2(Preferential Subject 2)

### User Experience and Current Practice with IEC61850 Process Bus

- Site trials and real installations
- Design and Development
- Testing and facilities to support design, development and testing
- Costs and Benefits

1) 총 17개의 논문 접수 및 Special Report 발표(Contribution)

2) 주요 발표 내용

가) (노르웨이 Stanett) 디지털 변전소 Process Bus 적용 R&D Project 소개

- 노르웨이 Stanett은 IEC61850 9-2 process bus 기반의 Digital Substation Automation and Protection System(DSAS) 관련 Project를 수행중
  - 이 Project의 목적은 Non-Conventional Instrument Transformers와 Process Bus에 대한 실증을 위한 것이며, 300kV의 live bay에 Process Bus를 설치 및 운영
  - 2개의 다른 선로의 보호 및 제어를 통합운영 하기 위해서는 새로운 기술에 대한 한계 및 Challenge에 대해 함께 연구되어야 함.
- 나) (브라질 OMICRON 등) 디지털변전소 자동화 시스템에 대한 분석
- 브라질 Cigre B5에 의해 수행된 IEC61850 DSAS에 대한 경험 소개

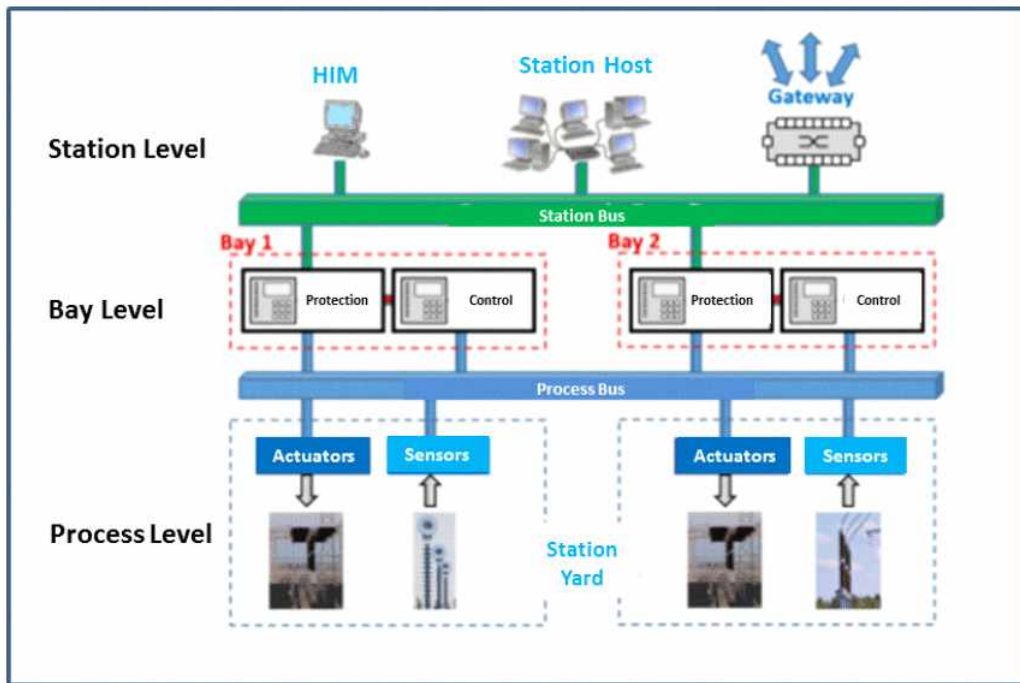


Figure 1 - Hierarchical levels of a logical scheme of the three levels of a substation automation system

- 브라질에서는 많은 변전소가 IEC61850 protocol을 사용하고 있지만, digitalization process는 부분적으로 진행되며, Process Bus는 사용되지 않고 있음.
  - DSAS의 완전한 적용을 위해서는 Process Bus를 적용한 자동화 시스템을 이용하기 위한 결정이 필요함.
- 다) (덴마크) IEC61850 Process Bus Brown Field application의 Design,

## Concept, Comissioning, Maintenance Cyber Security

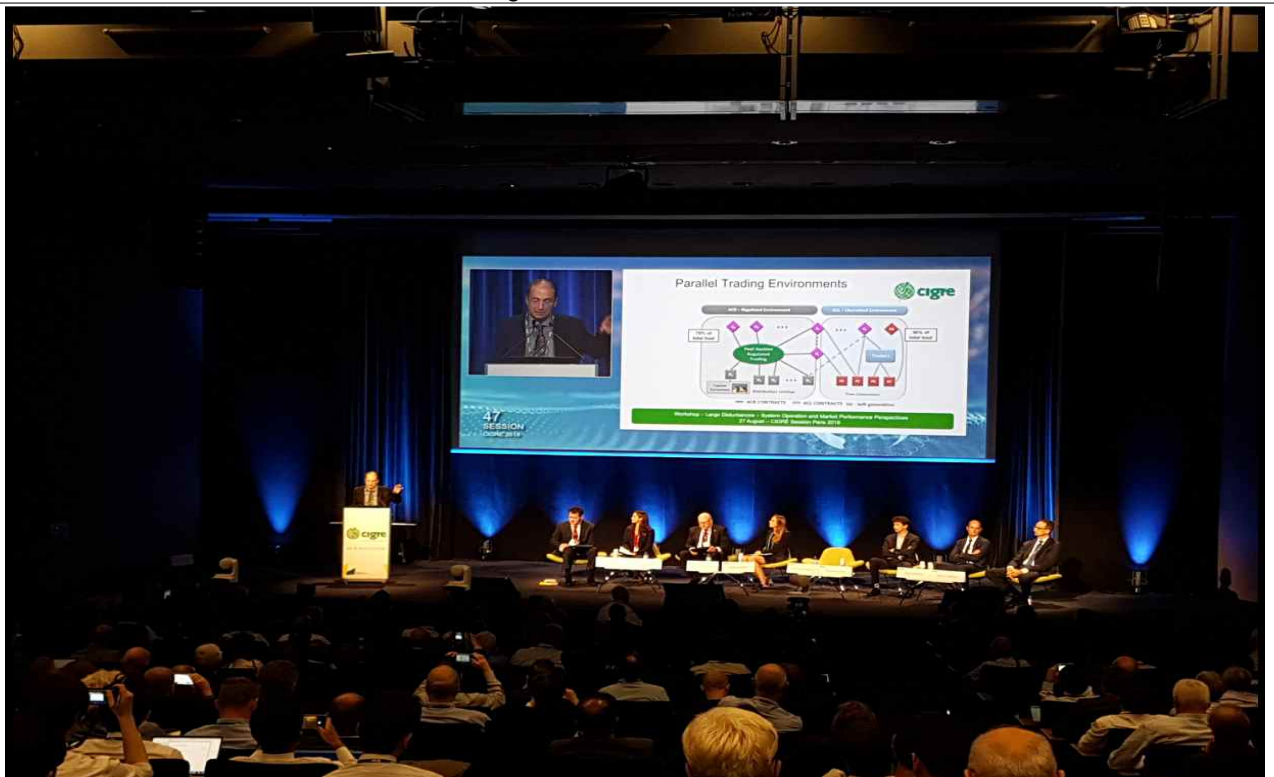
- IEC61850-9-2-LE 기준은 신뢰도 증가, Copper wiring의 감소, 작업자의 안전 개선 등의 장점을 제공함.
  - Secondary analogue circuit termination을 배전반(relay room)에서 스위치야드로 옮기는 것은 안전상에 이점이 큼.
  - 기존의 전통적인 방식에서 새로운 Analogue input이 필요한 경우 새로운 케이블이 가설되어야 하지만, Process Bus 사용시 단순히 process bus switch setting만 업데이트 시켜주면 됨.
- 시스템의 설계 및 문제해결을 사무실 안에서 진행할 수 있으며, 현장에서 사용되는 많은 시간을 절약할 수 있는 이점이 있음.

- 가. SC C2[계통운영]분야는 다른 분야와는 달리 계통운영자(TSO, ISO)가 중심이 되어 활동하는 분과로서 유럽, 미국, 남미, 아프리카, 아시아 등 전 세계의 운영자가 참여하여, 각자 계통에서의 경험과 지식을 공유할 수 있는 자리임.
- 나. SC C2[계통운영]분야의 하위 워킹그룹은 총 9개으로써, 계통운영 현안 위주의 실무주제를 중심으로 구성되어 있으며 철저한 워킹그룹 멤버의 Contribution(활동 및 참여실적)에 기반을 두어 자료공유 및 연락이 이루어짐.
- ※ Regular Member, Corresponding Member, Observing Member 로 구분 관리
- 다. SC B5[계통보호]분야에는 2016년에 이어 전력거래소에서 2번째로 논문(Paper)를 등록하여 Cigre 총회 현장에서 Poster 발표를 진행함. B5 분야의 Issue는 크게 고전적 전력계통 보호시스템과, IEC61850 규격을 적용한 변전소 자동화로 나누어지며, 전력거래소에서는 현재 보호시스템 관련해서 논문 발표 및 Contribution이 가능할 것으로 예상됨.
- 라. 아직 우리나라는 IEC61850 규격을 완전히 적용하여 운영하는 변전소는 없는 관계로 전력거래소는 이 분야의 보호시스템에 대해서는 세계적인 추세에 많이 뒤쳐져 있으므로, 적극적인 학회 참석 및 관련 기술 습득으로 보호시스템 패러다임의 변화를 준비할 필요가 있음.
- 마. 아시아권은 일본, 중국의 참여도가 높으며 특히 산업체의 참여도가 , 남미 브라질 계통운영자인 ONS는 많은 참여와 활동을 통하여, 기술개발 전략 수립을 CIGRE와 연계하여 추진함으로써, 대외적 위상확보 및 내부 역량강화를 동시에 추구하고 있음.

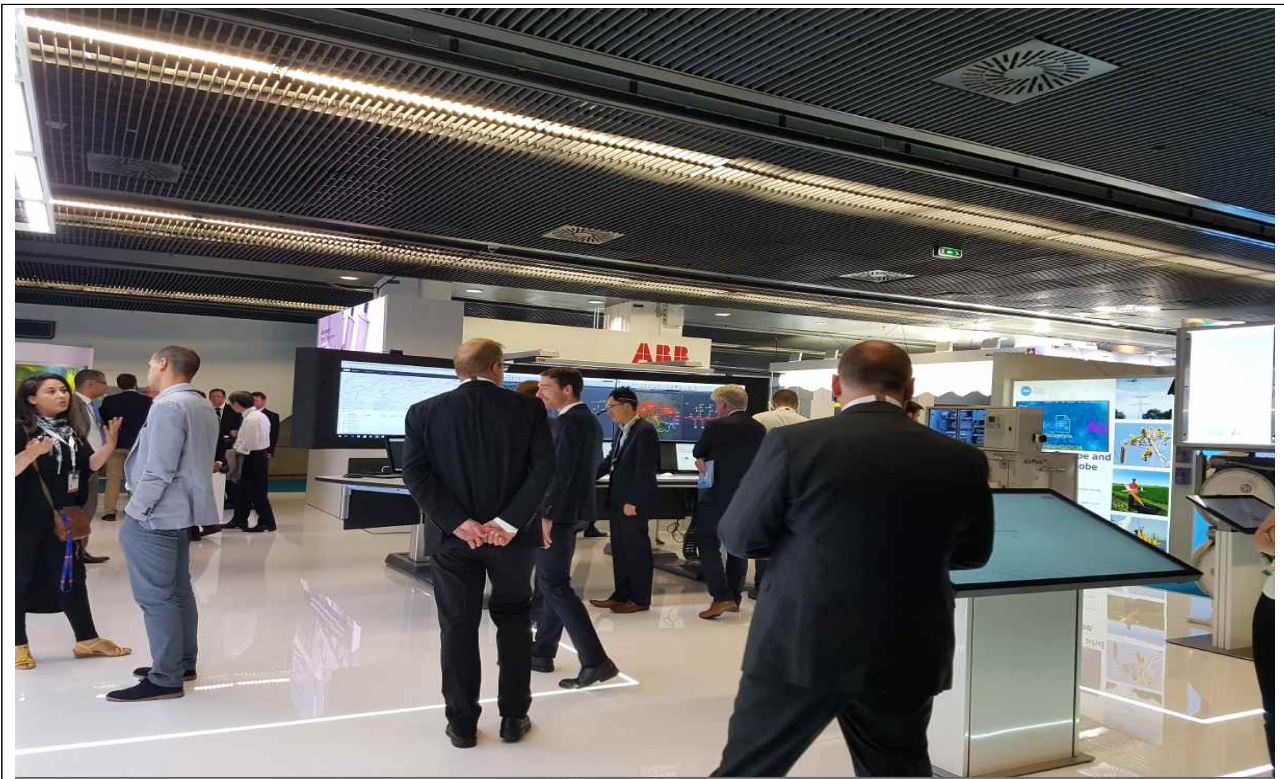
V Cigre 학회 현장사진



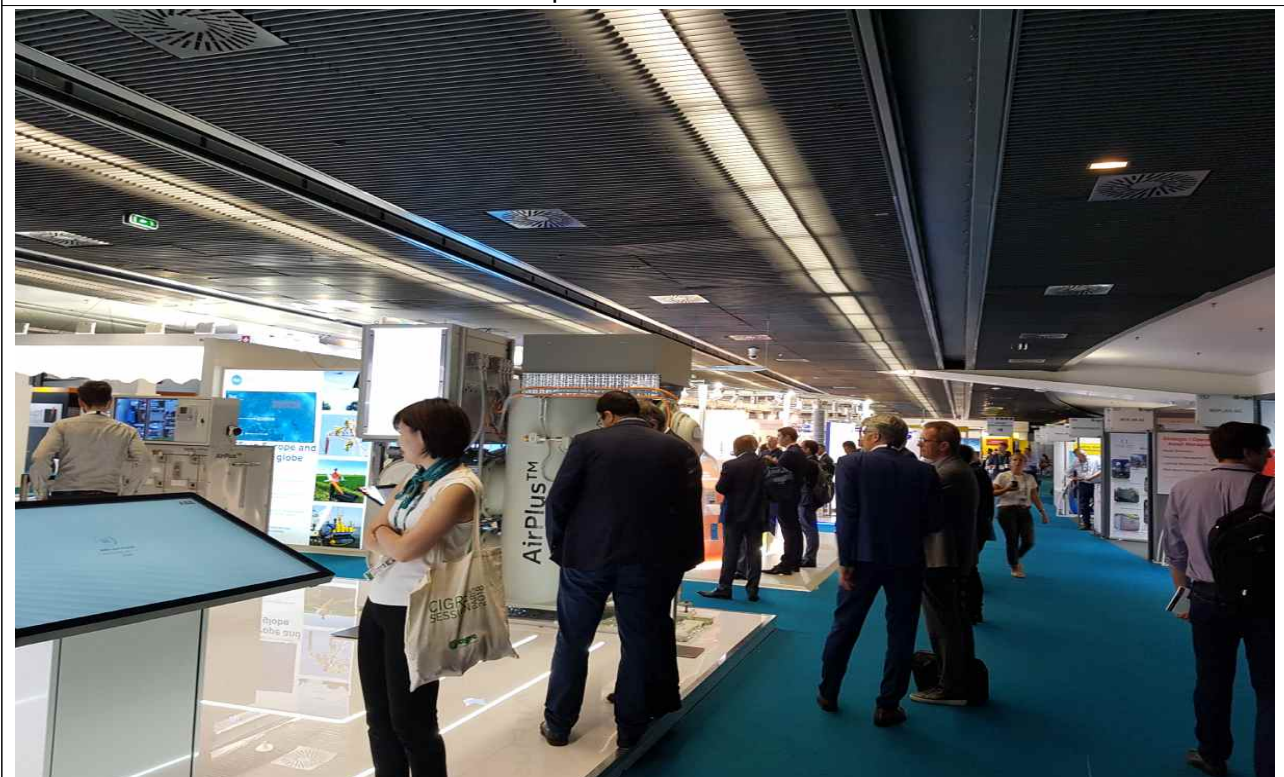
Cigre 총회 Conference



Cigre Technical meeting 현장



Exposition 현장 1



Exposition 현장 2

