

DTS를 활용한 고장복구 모의훈련 결과의 실시간 계통운영 적용 사례 소개

정창현*, 김재호*, 정응수*, 이익종*
한국전력거래소*

Introduction of the fault restoration practice result applied to real time power system operation using DTS

Chang-Hyun Jung*, Jae-Ho Kim*, Eung-Soo Jung*, Ik-Jong Lee*
Korea Power Exchange*

Abstract - DTS(Dispatcher Training Simulator)는 EMS(Energy management System) 전력계통 모델을 기반으로 off-line 환경에서 운영되는 급전원 훈련용 시뮬레이터이다. 급전원들은 DTS를 활용하여 다양한 상황별 시나리오를 반복 훈련함으로써 실제 전력계통 운영 및 유사시 대응능력을 배양할 수 있다.

본 논문은 전력거래소 중앙급전소에서 급전원 훈련용으로 사용되는 DTS의 다양한 기능 및 구조, 활용실적과 실시간 계통운영 적용 사례를 소개하고자 한다.

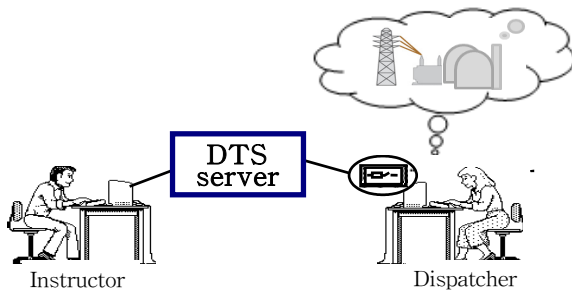
- SCADA, AGC, CA, SE, PF 등 EMS Application 활용능력 습득
- 발전기, 변압기, 조상설비, 차단기 등 설비 특성 이해 및 적용
- 전계통 정전시 복구 절차 훈련
- 전력계통 운영계획 검토
 - 계통운영 방안, 전계통 정전 복구 방안 검증
- EMS Application 튜닝 및 시험
- 현재 및 과거 전력계통 DTS 시연

1. 서 론

우리나라 전력계통은 매년 최대전력이 경신되는 전력수요 증가와 더불어 발전 및 송·변전 설비의 대용량화가 진행되고 있다. 2010년 최대전력은 7,131만kW, 발전설비용량은 7,608만kW, 154kV이상 송전선로와 변전설비용량이 각각 30,192C-km, 25,589만kVA에 이른다.[1] 이로 인해 송전계통 고장시 고장전류의 증가와 과부하 발생 방지를 위해 일부 지역에서 계통분리 운영을 하고 있으며, 발전단지의 대규모화로 인한 과도안정도 저하 방지 대책으로 고장급방지시스템을 설치, 운영하고 있다. 또한, 지역별 수급 불균형으로 인한 대전력의 장거리 수송에 따른 전압 불안정과 광역정전 발생을 억제하기 위해 Loop계통 구성과 일부 제약발전을 하고 있다. 이러한 전력수요 증가에 대처하고 복잡한 계통을 운영하기 위해서는 고도의 운영능력이 요구된다.

전력거래소는 급전원들의 전력계통 운영 능력 향상과 개인별 역량 강화를 위해 2001년 도입된 현 EMS의 DTS 성능을 일부 개선하여 2003년부터 급전원 훈련에 활용하고 있다. 중앙급전소의 실제 운영 시스템과 조작 설비를 축소 구현한 DTS 트레이닝 룸에서 실제와 똑같은 환경으로 급전원들이 고장복구 모의훈련을 수행하고 있으며, 한전 및 발전회사들과의 합동훈련도 매년 시행하고 있다.

본 논문에서는 발전, 송·변전계통의 다양한 고장을 모의, 검토할 수 있는 DTS의 기능, 구조에 대해 설명하고, 고장복구 모의훈련과 실제 운영 적용 사례에 대해 소개하고자 한다.



<그림 1> DTS 개념도

2. 본 론

2.1 DTS의 기능

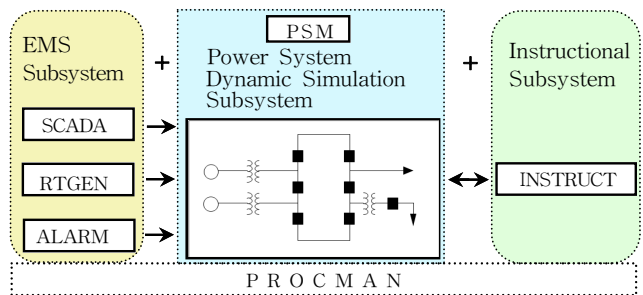
DTS는 급전원이 일반적인 계통검토와 더불어, 실제 계통 운영에 필요한 전압 및 주파수 제어, 발전기 또는 송전선로 고장 등 비상시 계통운영, NA(Network Analysis) 등을 실제 EMS와 동일하게 조작할 수 있는 접이 PSS/E 등 여타 계통해석 프로그램과 차별되는 가장 큰 특징이다. 이는 DTS가 EMS를 기반으로 구축된 시스템이기 때문이다. DTS의 기능은 다음과 같이 크게 4가지로 구분된다.

- 급전원 훈련
 - 전압 및 주파수 제어 기법 습득
 - 비상시 계통운영 절차, 방법 훈련

2.2 DTS의 구조

DTS 설비는 주 서버와 콘솔들로 구성되어 있으며, 소프트웨어는 핵심 기능인 PSM과 INSTRUCT 등 일부 프로그램을 제외하고 대부분 EMS의 Application들과 동일한 기능으로 구성된다.[2]

2.2.1 DTS Application



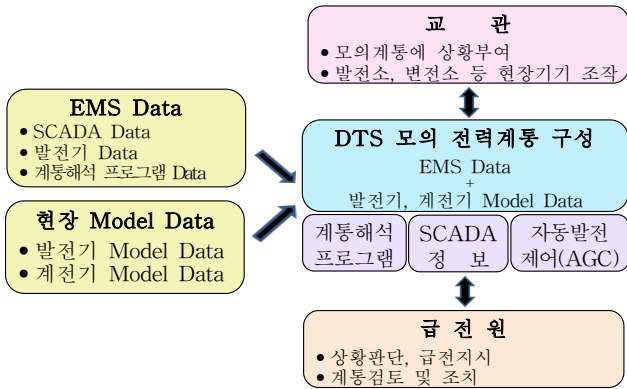
<그림 2> DTS 주요 구조 및 application

DTS Application 및 기능은 다음과 같다.

- SCADA : 각종 아날로그 및 상태 데이터 취득, 감시 및 제어 기능으로, DTS에서는 조류계산 수행 결과 값으로 모의
- RTGEN : 자동발전제어 및 경제급전 기능으로 DTS에서는 운전중인 모든 발전기들에 대해 AGC 가능
- ALARM : EMS ALARM 기능과 동일
- INSTRUCT : 훈련 과정 제어 및 이벤트 시나리오 구축 기능
- PSM(Power System Model) : 전력계통의 동적상태를 추적하여 계산하고, 발전기 출력, 계전기에 대한 시간영역 해석
- PROC MAN : DTS 환경에서 수행되는 각종 Task의 제어 및 동기화 담당
- 기타 DTS Application 및 기능
 - RTNET(RealTimeNetwork) : 상태추정
 - CA(Contingency Analysis) : 상정고장해석
 - SENH(Security Enhancement) : 안전도개선
 - Powerflow : 조류계산
 - STNET(Study Network) : 스터디 모드 조류계산 및 기타 전력 계통 해석
 - SCA(Short Circuit Analysis) : 고장전류계산
 - OPF(Optimal Powerflow) : 최적조류계산
 - STGEN(Study Generation) : 스터디 모드 ED(Economic Dispatch)

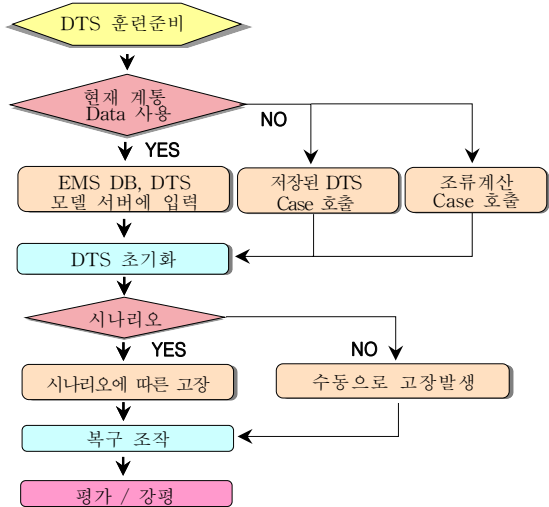
2.2.2 연계 및 구성

EMS로부터 제공된 각종 운영 Data, 발전기 및 계전기 Data로 모델링된 DTS 모의 전력계통을 바탕으로 교관은 실제 발전소, 변전소의 역할을 수행함과 동시에 발전기, 송전선로 고장, 차단기 ON/OFF, 주파수 변동 등 다양한 상황을 조작할 수 있으며, 급전원은 정상 또는 비정상 상황에서 실제상황과 똑같은 절차와 방식으로 계통검토 및 급전지시를 한다.



〈그림 3〉 DTS 구성도

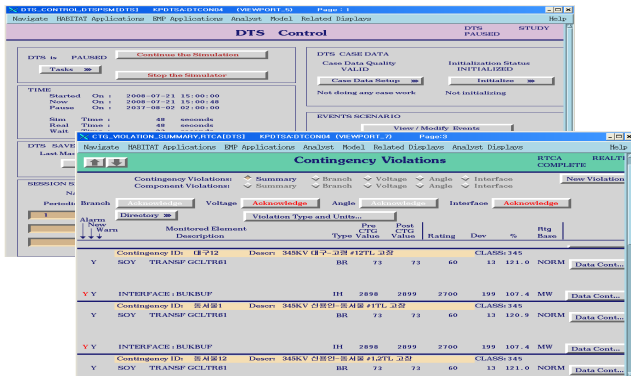
2.3 DTS활용 고장복구 모의훈련 절차



〈그림 4〉 고장복구 모의훈련 흐름도

먼저, 훈련을 위해서는 기본 계통DB가 준비되어야 한다. 현재 운영중인 EMS계통 Data를 snapshot후 DTS로 변환 및 구축하여 사용하거나, 저장된 기존 계통이나 조류계산 결과만을 이용할 수도 있다. 이후 DTS Application들을 활성화하고 관련 Data들을 초기화하면 훈련의 시작이 가능하다. 상황의 발생은 차단기를 조작하여 고장을 발생시킬 수도 있으며, 시나리오를 이용한 상황 연출도 가능하다. 시나리오 작성은 한 번에 모든 이벤트가 동작하거나, 다양한 조건을 설정 후 해당 이벤트가 실행되게 만드는 두 가지 방식이 있다.

급전원은 전면의 화면과 개별 콘솔의 모니터, 주파수계 등을 통해 상황을 파악하고 PF, CA 등 프로그램을 활용하여 계통을 검토하며, 음향 설비를 통해 발·변전소 현장을 대신하는 교관과 소통하고, 급전지시를 한다.



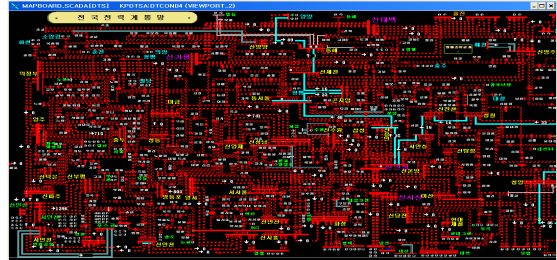
〈그림 5〉 DTS Control 초기화면(교관용) 및 상정고장 검토결과 화면

교관은 급전원의 상황판단, 신속성과 정확성, 상호협조, 검토결과와 조작지시의 적절성 등에 대해 기록, 평가 후 급전원과의 feedback을 통해 훈련성과를 향상시킨다.

2.4 DTS 활용실적

DTS가 급전원 훈련에 본격적으로 사용된 이후 현재까지 다양한 실제 고장복구 및 운영 훈련을 시행해왔으며, 훈련의 종류는 다음과 같다.

- 과부하 및 안정도 검토, 고장전류 계산
- 하계 및 동계 피크기간 계통운영
- 인선, 강원지역, SPS 설치 지역 등 특정지역 고장복구
- 고장 중 추가고장 발생, 전력구내 다중선로 고장, 동일철탑 4회선 이상 고장 등 다중고장 발생시 조치방안
- 전계통 정전, 독립계통 발생 가능 지역 복구계획 검토
- 보호설비 오/부동작 발생 등



〈그림 6〉 전계통 정전 복구 훈련 화면

또한, 전계통 정전 발생시 신속하고 정확한 복구를 위해 발전회사, 한전 등 회원사들과 DTS를 활용한 전계통 정전 복구 훈련을 매년 3회 시행함으로써 비상상황을 대비하고 유관기관과의 협조체제를 강화하고 있으며, 매년 2회씩 급전원 경진대회를 실시함으로써 실제 상황 발생시 급전원들의 대응능력과 상호 협조성 강화, 자신감 배양 등을 도모하고 있다.



〈그림 7〉 유관기관 합동 전계통 정전 복구 훈련 사진

〈표 1〉 DTS고장복구 모의훈련, 계통DB 및 시나리오 구축 실적

| 구분 \ 연도 | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 | '08 | '09 | '10 | 계 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-------|-------|
| DTS훈련실적(회) | 3 | 76 | 109 | 114 | 121 | 35 | 35 | 38 | 531 |
| 전계통 정전복구 / 급전원경진대회(회) | 0/0 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 3/2 | 3/2 | 3/2 | 3/2 | 15/14 |
| 계통DB / 시나리오 구축(개) | 2/3 | 4/4 | 5/7 | 5/8 | 6/10 | 5/10 | 8/10 | 10/14 | 45/66 |

3. 결 론

지금까지 전반적인 DTS의 기능, 구성 및 활용실적 등에 대해 소개하였다. 자연재해, 보수불량 등 다양한 전력설비 고장(2010년 284건)과 수많은 휴전작업(2010년 2,709건/154kV이상) 및 제약조건에도 불구하고, 중앙급전소는 2010년 연간 99.99%의 전압 유지율과 99.96%의 주파수 유지율을 기록하였다.[3] 이러한 안정적인 실시간 계통운영의 이면에는 DTS를 활용한 다양한 고장복구 모의훈련을 통해 계통의 비상상황에 대비하는 급전원들과 교관들의 끊임없는 노력이 있었다.

현재 전력거래소에서 개발하고 있는 차기 계통운영시스템(EMS)의 일부로 하드웨어 및 소프트웨어가 개선된 DTS가 향후 적용될 예정으로, 보다 다양하고 세밀한 급전원 고장복구 훈련이 가능할 것으로 기대된다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] 전력시장감시위원회, “전력시장분석보고서(2010 Annual Report)”, 2011년 3월
- [2] ALSTOM ESCA Corporation, “DTS Functional Design Specification”, “DTS Instructor’s Guide”, 1999년 5월
- [3] 한국전력거래소 계통운영처 수급계획팀, “2010년도 전력계통 운영실적”, 2010년 3월