

대규모 전력계통 운영을 위한 전력IT 기능개선 방안 고찰

손운태*, 김성학

한국전력거래소 정보기술처*

Power IT Function Improvement Idea for Large-scale Power System

Yoon-Tae Son*, Sung-Hak Kim**

Korea Power Exchange*, **

Abstract - 전력계통의 운영은 생산과 소비가 동시에 이루어지는 특성을 지닌 전기를 사용하는 고객에게 양질의 전기를 중단 없이 공급하기 위하여 전체 전력계통을 실시간으로 감시·제어하고, 계통주파수를 자동으로 조정하는 설비인 에너지관리시스템(EMS: Energy management system)을 이용한다. 또한 시장운영시스템(MOS : Market Operating System)은 전력을 일반 상품처럼 사고팔기 위하여 입찰, 계량, 정산기능을 수행하고 있다.

이들 시스템은 전력산업분야의 최정점에 있는 핵심적인 장치로서 복잡한 전력계통의 운영과 효율적인 전력시장 운영을 위하여 견고한 플랫폼과 계통규모에 적합한 다양한 어플리케이션이 제공되어야 한다. 세계적으로 이들 시스템은 약 10~15년 주기로 업그레이드 혹은 설비 전면 대체를 하고 있으며 이때 설계자가 과거, 현재의 경험을 바탕으로 미래 지향적인 관점에서 심사숙고하여 설계하느냐에 따라 향후 전력산업발전 에 지대한 영향을 미칠 수 있다.

1. 서 론

2008년 5월말 현재 우리나라 발전설비 용량은 6,888만8천[kW], 최대전력 부하는 6,228만5천[kW]로 전력계통 규모면에서 세계 10위 이내의 규모이다. 또한 전력산업 구조개편계획에 의하여 전력산업의 경쟁을 통한 효율성 향상을 위하여 전기를 사고팔 수 있는 전력시장이 2001년도에 개설되어 운영되고 있다.

전력계통과 전력시장은 계통공학 및 전력경제 이론을 바탕으로 한 제어 알고리즘과 첨단 정보통신기술이 접목된 대규모 IT시스템을 기반으로 운영되고 있다. 이들 IT시스템은 그 복잡성과 시스템규모의 방대성으로 인하여 시스템 구축 혹은 대체시 리스크 감소를 위하여 다양한 노력을 기울이고 있다.

본 논문에서는 우리나라 전력IT시스템의 운영현황을 살펴보고 향후 대규모 전력계통 운영에 요구되는 IT시스템의 기능개선 방안에 대하여 고찰해 보고자 한다.

2. 본 론

2.1 전력IT시스템 운영 현황

우리나라 전력계통과 전력시장 운영을 위한 전력IT시스템은 [표 1]과 같이 EMS, CBP시스템, MOS 시스템으로 구성되어 있다.

전력계통을 운영하는 에너지관리시스템(EMS)는 그 동안 3차례에 걸쳐 도입하여 운영하여 왔다. 1세대 시스템은 1979년 미국 L&N사의 자동급전시스템(ALD : Automatic Load Dispatch)을 효시로 2세대 시스템은 1988년 일본 도시바사의 급전종합자동화시스템(EMS)을 거쳐 3세대 시스템은 2002년 프랑스 아레바사로부터 차세대급전자동화시스템(NEMS)을 도입하여 현재까지 운영하고 있다.

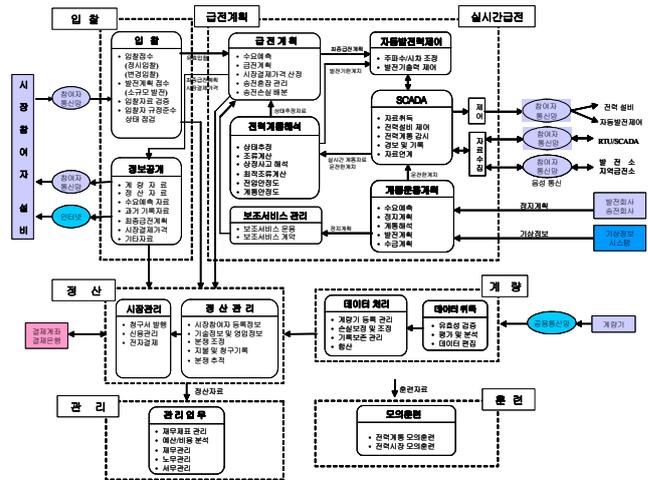
또한 전력산업구조개편에 따라 2001년 4월에 개설된 변동비 반영 발전경쟁시장 운영을 위한 전력거래시스템(CBP System)을 구축하여 운영중에 있고, 미국 ABB사의 전력거래 솔루션이 적용된 양방향입찰 전력시장운영시스템(MOS)을 2003년도에 구축하였다. 현재 전력산업구조개편 중단에 따라 MOS의 우수한 기능을 활용하기 위하여 2006년 10월부터 현 CBP 시장에 활용하고 있다.

<표 1> 전력IT 시스템 도입 현황

구 분	구축년도	역 할	공급자
EMS	2002년	전력계통의 감시, 제어시스템	AREVA
CBP	2001년	발전경쟁 전력거래시스템	KDN
MOS	2003년	양방향 전력거래시스템	KDN/ABB

2.2 전력IT시스템 주요기능

전력거래소에서 보유하고 있는 전력IT시스템은 기능별로 전력계통 운용 기능과 전력시장 운용기능으로 크게 나눌 수 있으며 각 기능별 IT시스템 구성은 [그림 1]과 같다.



<그림 1> 전력IT시스템 기능별 구성도

2.2.1 계통운영시스템(EMS)

전국의 발전소와 변전소를 감시, 제어하고, 경제적인 전력생산과 안정된 전력수송을 실시간으로 관리하는 전력계통 제어용 종합자동화시스템으로서 주요기능은 다음과 같다.

- 자료취득(SCADA) : 전국에 분포되어 있는 발·변전소 및 송전선로 등의 운영자료를 취득하여 처리하고 전력계통을 종합감시하는 기능
- 자동발전제어 및 경제급전(AGC/ED) : 전력수요에 맞추어 전력생산비용이 최소화되도록 합과 동시에 고품질(정격주파수 60Hz 유지)의 전기를 공급하도록 발전기출력을 자동 제어하는 기능
- 계통해석(NA) : 평상시 또는 고장에 대비하여 실시간으로 전력계통의 안정 운영여부를 분석하는 기능
- 급전원 훈련(DTS) : 정상 운전시 또는 고장 시나리오에 의한 급전원에 대한 훈련을 지원하는 기능

2.2.2 시장운영시스템(CBP시스템/MOS)

시장참여자의 입찰과 실시간 계통자료를 입력받아 전력시장을 운영하고 시장운영 결과 데이터를 취득하여 시장참여자로 정산 처리하기 위한 전산시스템이다.

- 입찰시스템(Bidding System) : 회원사로부터 발전기의 가용용량을 입찰 받아 정산 및 정보공개시스템으로 자료를 연계하는 시스템
- 발전계획시스템(Scheduler) : 익일의 수요예측에 따라 가격결정발전계획을 수립하여 시장가격을 산출하고, 각종 제약조건을 고려한 운영발전계획을 수립
- 계량시스템(Metering System) : 각 발전소에 설치되어 있는 전자식 전력량계를 통해 시간대별 발전량을 원격 취득
- 정산시스템(Settlement System) : 입찰, 계량, 급전실적 자료를 근거로 거래금액을 정산하고 청구서를 발행
- 정보공개시스템(Publishing System) : 공정하고 투명한 전력시장운동을 도모하기 위하여 입찰·계량·정산결과를 시장참여자에게 제공

2.2 북미대정전 사례를 통한 IT측면의 시사점

2003년 8월 북미에서 발생한 대규모 정전사태로 최소 4조원 이상의 경제적인 손실과 엄청난 사회적 혼란을 야기한 바 있다. 북미 대정전은 송전선 주변의 수목이 원인 이었으나 나후된 전력설비와 계통운영 시스템에서 불충분한 운영정보도 한몫을 하였다. 미국과 캐나다 전문가들로 구성된 공동조사연구단은 북미지역 정전사태에 대한 최종보고서에서 북미전력계통의 물리적 & 사이버 안전 확보 등 총 4개 그룹 46가지의 시정 권고사항을 밝혔다. 또한 IEEE에서도 북미에서 사용 중인 EMS를 중심으로 시스템 특징, 운영실태 및 개선방향을 제시하였다. 이들 권고사항 중에는 EMS의 성능 및 기능개선과 관련된 내용들이 많이 포함되어 있다.

현재 북미에서 운영 중인 EMS는 1990년대 초의 전력IT 기술이 적용된 설비로 진부화와 구식화가 심화되어 전력계통 사고시 적절한 초기 대응 실패로 광역정전으로 확대되었다. 전력IT 시스템이 전력산업 환경변화에 대응하여 시스템 환경이 적절하게 반영되지 못하고 있는 실정이다.

북미 광역정전의 교훈은 전력계통운영 측면에서는 설비증가로 알람정보 대상의 증가, 광역정전 분석 및 조치 방향제시 가이드 툴 부족, 송전설비 운영절차 및 운영계획 기준의 부적절을 들 수 있다. 프로그램측면에서는 정보프로그램의 장애발생, 지역별 거래소간 연계된 SCADA의 안정성 부족, 그리고 관찰구역 이외에 있는 통제범위 밖의 지역별 전력계통의 상태를 종합적으로 볼 수 있는 시스템의 부족을 들 수 있다.

이에 대해 IT분야 컨설팅 업체인 KEMA는 광역정전 방지를 위한 EMS 단점 보완을 위해 다음과 같이 3단계의 대책을 제시하고 있다.

- 1단계 : 운전원 훈련, 시스템운영 절차 및 정책을 보완
 - OTS 활용, 훈련절차 평가, 지역별 계통운영 책임한계 등
- 2단계 : 통신과 통제제어 능력을 강화
 - 지역별 릴레이 셋팅 방법론 개발, 위성활용 등을 통한 계통연계 지역간 실시간 데이터 공유
- 3단계 : 새로운 기반구조 및 지식에 대한 투자
 - FACTS 장치 등을 수용하는 새로운 분석기법

2.3 신규 IT설비의 구축시 고려사항 : EMS를 중심으로

우선 전국에 산재해 있는 전력설비의 현장자료 수집은 전력계통 운영에 직접적인 영향을 미치는 요소로서 현재 현장기기에서 자료취득 후 EMS에 도달하기 까지 RTU, 지역 SCADA 등 여러 경로를 경유함에 따라 시간 지연 및 연계자료 오류를 발생할 요인을 가지고 있다. 이를 해소하기 위하여 발전전소의 제어시스템에서 직접 자료를 취득하거나 공동 정보모델방식(CIM)의 프로토콜을 적용하는 등 자료취득 방법의 변화가 필요한 시점이다.

전력계통 운영에 있어서 DB성능과 운영체계는 IT설비의 성능을 좌우한다. 발전계획, 상태추정, 계통모델링, 수요예측, 계통해석, 경보처리 등 모든 영역에서 DB를 활용하고 있다. 현재 EMS와 MOS는 이기종으로 되어 있어 별도의 DB로 구축되어 있으나 향후 IT 구축시에는 통합형태의 DB를 구축하여 전력계통과 전력시장운영에 효과적으로 활용하도록 설계되어야 한다. 통합 DB 형태에서는 DB갱신의 효율성을 향상시킬 수 있고 온라인 계통안정도해석 등과 같이 대규모 자료처리를 실시간으로 고속 처리해야 하는 각종 툴의 적용에도 효과적이다.

전력계통이 복잡할수록 계통운영자의 감시영역과 계통운영의 고려사항은 그 만큼 확장될 수밖에 없다. 너무 많은 정보는 계통운영자에게 판단을 흐리게 하고 비상시에 오히려 혼란을 야기한다. 최근에는 계통운영

자에게 인간공학적 관점에서 효과적인 의사결정 지원을 위하여 MMI를 더욱 강화시키고 있다. 기존 급전사령실의 온라인 다이어그램 표현방식을 알기 쉽고 시각적으로 인지할 수 있도록 다양한 그래픽 기능과 3차원적 표현을 제공하며, 경보성능도 과거 일방적인 경보발생에서 지능화된 경보기능을 제공하고 있다.

신규로 구축하는 EMS의 프로그램에 대한 세계적인 추세는 객체지향, 모듈형, 캡슐화, JAVA, XML 등의 기술을 적용하여 시스템에 새로운 기능의 추가 및 변경의 용이성, 시스템간 호환성, 유지관리의 편리성을 도모하고 있다. 이는 인터넷 웹 방식을 적용한 형태로 고도의 보안성 확보가 전제되어야 한다. 현재 우리나라의 EMS에 적용된 IT 기반구조는 클라이언트 서버방식으로 되어있고, 국가에서 EMS를 주요정보통신 기반시설로 지정하여 운영함에 따라 인터넷 등 상용망과는 연결되지 않아 보안성 측면에서는 완벽한 상태를 확보하고 있다. 그러나 전력시장운영시스템과의 연계, 전력IT 관련 솔루션 제공 벤더들이 제공하는 각종 어플리케이션의 운영환경이 점차 웹 환경에서 구축되도록 설계되어 있어 차기 시스템 구축시의 보안성 확보는 가장 심사숙고해야 할 분야이다.

광역정전 현상은 계통운영자가 평생에 한 두번 경험할 수 있을 뿐 흔히 발생하는 일이 아니다. 따라서 실제 광역정전이 발생할 경우 사전에 충분한 훈련과 대응시나리오가 갖추어지지 않을 경우 적절한 대응을 하지 못해 광역정전으로 확대되어 심각한 사회적, 경제적 혼란을 가중시킨다. 이를 방지하기 위하여 전력회사는 급전원환장장치(DTS)를 보유하고 있다. 우리나라도 DTS를 활용하여 계통운영관련 회원사와 합동으로 광역정전 복구훈련을 주기적으로 시행하고 있다. 그러나 향후 계통의 복잡도 증가 및 전력시장의 연계성을 고려한 DTS를 도입, 운영하여 이 분야에서 세계적으로 경쟁우위를 확보하여야 한다.

3. 결 론

과거 우리나라는 약 10년 주기로 EMS를 전면 교체하여 왔다. 그 이유는 하드웨어의 설비의 장기사용으로 경년열화에 의한 성능저하 현상, IT기술의 급속한 발전에 따른 응용 어플리케이션의 구식화 진전, 전력설비의 증가에 따른 자료취득 및 DB 수용한계 등을 들 수 있다. 이에 따라 전력거래소에서 운영 중인 EMS를 비롯한 전력IT시스템도 2012년 경에 전면적인 설비교체가 불가피한 실정이다.

차기 IT시스템 구축을 추진하고 있는 상황에서 북미광역정전은 우리에게 많은 교훈을 던져주고 있다. 2006년 5월 제주도 정전사태를 일부 경험하였으나, 지난 1971년 9월 27일 12시 58분에 서울화력 제5호기 발전기 트립의 영향으로 발생한 전계통의 정전경험 이후로 육지에서는 최근까지 북미지역과 같은 대정전 사태는 발생하고 있지 않다. 그러나 산업시설의 첨단화 및 디지털 정보화 사회에서 예기치 못한 일로 대정전 사고가 발생할 경우는 상상할 수 없는 경제적, 사회적 문제를 야기할 수 있다.

따라서 향후 추진하는 전력IT시스템 구축은 기존 고유의 IT기능 이외에 정보성능 지능화, 계통운영자 그래픽화면 고급화, 지역급전소간 자료연계 강화를 위한 국제표준 프로토콜 적용 등 다양한 계통운영자 지원 프로그램을 개발하여 전력설비의 장에서 신속히 조치할 수 있는 여건을 제공할 예정이다. 이를 통하여 세계에서 가장 견고하고 안정된 전력계통과 효율적인 전력시장을 운영할 수 있는 기반을 조성할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 손운태, “에너지관리시스템(EMS)”, 한국조명전기설비학회, 제21권 제6호, p.3~11, 2007.12
- [2] 김성학, “전력관리시스템 구축전략에 관한 연구”, 서울대학교 경영대학원 수료 논문, 2005
- [3] US-Canada Power System Outage TF, Final Report on the August 14, 2003 Blackout in the United States and Canada, April 2004
- [4] GESTALT LLC, Fedral Energy Regulatory Commission Staff Report on IT Guidelines for Power System Organizations, May 2005
- [5] Ralph Masiello, KEMA 20년 북미 전력계통운영 경험, IEEE, 2004. 10