

## 전력거래소의 한국형EMS 개발 계획

이진수, 이명희, 이효상, 김성학  
한국전력거래소

### Development Plan of Korean-EMS

Jinsu Lee, Myounghee Yi, Hyosang Lee, Sunghak Kim  
Korea Power Exchange

**Abstract** - 한국전력거래소는 2005년 11월부터 한국형EMS(K-EMS; Korean Energy Management System) 개발을 추진 중에 있다. 2010년 10월까지 5년간에 걸쳐 3단계로 개발이 진행되는데 Baseline EMS, Prototype EMS 및 Fullscale EMS가 순차적으로 개발되게 된다. 본 논문에서는 한국형EMS 개발의 전반적인 개발 계획에 대해서 기술하고자 한다.

#### 1. 기술개발 배경

1996년 미국 캘리포니아, 2003년 미국 동북부 및 유럽 등의 지역에서 발생한 대정전 사고의 원인은 원방감시제어 및 자료취득 장치(SCADA; Supervisory Control And Data Acquisition), 에너지관리시스템(EMS; Energy Management System) 등의 급전 및 전력계통 감시시스템 문제, 전력계통 보호시스템, 계통운영자의 의사결정 지원 등에서 시작된 초기의 소규모 사고가 전체 계통으로 파급 확산된 결과, 국가적 재난으로 이어진 사건이라 할 수 있다.

전력계통을 안정적, 효율적으로 운영하기 위해서는 특정선로나 모선에서의 사고가 광역계통으로 확산되는 것을 차단하는 제어기술이 필수적이기 때문에 우리나라도 우리의 전력계통 특성에 적합한 시스템을 개발하여 고장의 파급, 확산 예방 및 고장복구 능력 향상과 운영자에 대한 교육훈련 등이 필요하다고 하였다. 또한 전력계통이 점점 거대화, 복잡화됨에 따라 계통운영자의 경험이나 단순한 절차에 따라 비상시 전력계통을 운영하는 것은 한계점에 도달했으므로 전력계통의 상태를 정확하게 파악, 분석하여 즉시 적절한 대응을 취할 수 있도록 제어기술에 대한 연구개발이 지속적으로 이루어져야 한다.

전력거래소는 여러 차례에 걸친 EMS 도입 및 운영 경험과 전력계통 운영기술에 우리나라의 선진화된 IT(Information Technology) 기술을 접목하여 전력계통 운영의 핵심 인프라 설비인 EMS를 개발하여 현재 운영 중인 시스템의 차기 교체주기에 맞추어 활용하고, 동시에 동남아나 중동, 남미 등 전력기술 수요국에 첨단 전력IT 기술 수출을 주도하기 위한 수출 전략산업으로 육성하여 이를 통해 전력IT 산업의 국제경쟁력 제고를 목표로 한국형EMS 개발을 추진하게 되었다.

#### 2. 한국형EMS 개발 계획

##### 2.1 EMS 기술동향

전력은 생산과 소비가 동시에 발생하며 다양한 사회적 요인에 의하여 전력수요는 실시간으로 변동되는 고유한 특성을 지니고 있다. 이러한 전력의 생산과 유통을 실시간으로 관리하고 감시하는 시스템인 EMS는 전력계통 설비의 물리적인 특성에 따른 자연법칙에 기반한 응용 기능들이 채용되므로 그 기본기능에는 큰 변동요인이 없다. 종래에 전력산업이 발전, 송전, 배전/판매 부문이 통합된 소위 수직 통합된 환경에서는 전력계통 운영 및 관리를 EMS만으로 수행할 수 있었으며, 상업적 측면에서는 발전원가에 기초한 경제급전(ED : Economic Dispatch)으로 전체 전력생산 비용의 저감에 주력하였다. 반면에 1990년대 이후 전력산업 구조개편으로 발전과, 송전, 배전/판매 부문이 일부 또는 전부 분할되는 구조개편 환경에서는 전력시장의 개념이 도입되었으며 상업적 측면에서는 입찰에 기초한 전력거래로 생산부문과 판매부문 사이에 직접적이고 실제적인 현금흐름이 존재하게 되었다.

따라서 전력계통 운영을 위한 EMS에 부가하여 전력시장운영시스템(MOS; Market Operation System)이 필요하게 되었고 이러한 정보시스템은 보다 높은 신뢰도와 더불어 정확성이 요구되었으며, 전력시장은 전력계통의 바탕 위에서만 존재하므로 전력계통 운영 기능과 전력시장 운영 기능이 상호 유기적으로 결합된 시스템의 구축이 필요하게 되었다.

##### 2.1.1 EMS 개발 경과

1950년대에는 발전기 출력과 연계선 조류를 아날로그 통신방식에 따

라 실시간으로 취득하여 아날로그형 컴퓨터에 의한 부하-주파수 제어(LFC; Load Frequency Control)와 경제급전 기능을 수행하였다. 발전력과 계통부하간의 균형유지의 지표로서 계통주파수가 사용되었고 LFC는 계통주파수 유지 및 제어지역간 전력용통계회를 유지하기 위하여 발전기 출력을 조정하는데 적용되었다. 경제급전에서는 발전비용 최소화를 위해 등중분 비용법이 적용되었고 송전손실을 보상하기 위해 페널티계수(Penalty Factor)가 소개되었다.

1960년대 들어 디지털 방식의 컴퓨터가 소개되었고 원격단말장치(RTU; Remote Terminal Unit)가 개발됨으로써 전압, 유효전력, 무효전력 및 차단기 상태 등을 실시간으로 취득하게 되었다. 애플리케이션 분야에는 LFC와 ED를 결합한 기능인 자동발전제어(AGC; Automatic Generation Control) 기능이 적용되었고, 발전기 출력 증감발 신호와 현장 차단기에 대한 개폐 신호를 원격으로 내려 보낼 수 있는 원방감시제어 및 자료취득(SCADA; Supervisory Control and Data Acquisition)기능이 적용되었다.

1965년의 북미정전 사태를 계기로 1970년대에는 전력계통 안전도(System Security)의 개념이 도입되었다. 취득값 및 자료취득용 통신계통의 오류와 오차를 보정하여 정확한 계통 상태를 파악하기 위한 상태추정(SE; State Estimator) 기능이 도입되었고 상태추정에서 얻어진 해는 상정고장해석(CA; Contingency Analysis)을 통해 발전기나 송전선로의 정지를 가정한 상정사고에 대하여 사전분석 및 조치 방안들을 검토해 볼 수 있게 되었다. 또한 대규모 비선형 문제에 대한 효율적 해법인 최적조류계산(OPF; Optimal Power Flow)이 개발되어 송전계약 및 안전계약을 고려한 경제급전, 사전 예방제어 등에 적용되었다. 계통부하는 일간 및 주간간에도 다양한 변동을 보임으로서 어떠한 전력수요의 변동에도 최소의 비용으로 대처가 가능하도록 온라인으로 발전력을 확보하기 위해서는 발전기 기동정지 또한 스케줄링의 필요성이 제기되었는데 이러한 경우의 최적화 기법으로 발전기 기동정지계획(UC; Unit Commitment)이 소개되었다. 이처럼 발전제어 기능과 고급 전력계통 해석기술이 결합된 시스템이 비로소 에너지관리시스템, 즉 EMS로 불리게 되었다.

한편 1980년대 들어, 제작사 고유의 중앙 집중형 메인 프레임에서 미니 컴퓨터로 하드웨어의 다운사이징이 일어났고 다시 1980년대 후반에 이르러서는 LAN을 기반으로 하는 범용 Unix 워크스테이션이나 PC가 사용되기 시작하였다.

1990년대 후반에 들어서는 전세계적으로 전력산업 구조개편의 물결이 거세게 몰아쳤다. 이에 따라 전통적으로 전력계통의 안정적 운영이라는 EMS의 고유 기능 외에 전력시장의 효율적 운영이라는 책무가 주어짐으로서 MOS가 개발되고 도입되기 시작하였다. 또한 계층적 구조 속에서 규모와 제어지역만 다를 뿐 전력계통 운영이라는 거의 유사한 기능을 수행하였던 각급 급전소(Control Center)들이 시장 기능에 따라 ISO(Independent System Operator), RTO(Regional Transmission Operator), TRANSCO(Transmission Company), GENCO(Generation Company) 등으로 분화되었다.

2000년대 이후 들어서는 SCADA, EMS 및 MOS의 상호 모듈화 구성, IP(Internet Protocol) 기반의 SCADA, CIM(Common Information Model) 호환의 데이터 모델, 미들웨어(Middleware) 기반의 분산형 EMS 및 MOS 애플리케이션 등으로 특징지을 수 있다. 또한 2003년 북미정전을 계기로 제작사 주도의 EMS가 아닌 사용자 요구사항을 표준화하고 이를 반영한 시스템 구현, 시각화 및 의사결정 지원 Tool의 강화 등이 대두되고 있다.

##### 2.1.2 우리나라의 EMS 운영 연혁

우리나라는 1979년 당시 한국전력공사 중앙급전소에 미국 L&N사에서 도입한 자동급전시스템(ALD; Automatic Load Dispatch)을 설치하였는데 이는 우리나라 급전자동화 시스템 운영의 효시로서 주요기능은 SCADA 및 자동발전제어 기능이었다.

이후 1988년에 일본 Toshiba사에서 급전종합자동화시스템(EMS; Energy Management System)을 도입하여 운영하게 되었는데 주요 기능은 SCADA, AGC 기능 외에 전력계통해석(NA; Network Analysis) 및 급전원훈련기능(DTS; Dispatcher Training Simulator)이 추가되었다.

2001년도부터는 미국의 Alstom-ESCA사에서 차세대급전종합자동화시스템(NEMS; New Energy Management System)을 도입하여 운영하였는데 주요 기능은 SCADA, AGC, NA 및 DTS로서 진보된 컴퓨팅 기술과 향상된 전력계통 애플리케이션에 기반한 시스템으로서 현재 전력거래소의 핵심 전력IT 설비로 운영되고 있다.

한편 전력산업 구조개편의 추진에 따라 2001년도에 한전KDN로부터 발전경쟁전력시장(CBP; Cost Based Pool) 운영시스템으로서 전력거래시스템(CBP System)을 도입하여 운영 중인데 주요기능은 입찰, 계약, 정산기능이다.

또한 도매경쟁 전력시장(TWBP; Two Way Bidding Pool)의 도입에 대비하여 미국 ABB 및 한전KDN사에서 전력시장운영시스템을 도입하여 2004년부터 시험운영을 거쳤으며 정부 정책에 따른 배전분할의 중단 결정으로 현재는 EMS와 연계하여 CBP 시장에 맞게 활용 중이며 주요 기능은 입찰, 급전계획, 전력계통해석, 계약, 정산 및 자금관리 기능 등이다.

## 2.2 한국형EMS 개발 내용

한국형EMS의 주요 기능은 위에서 기술한 EMS의 표준 기능 외에 MOS에 포함되어 있던 최적화급전계획(DOS; Dispatch Optimal Schedule) 기능과 EMS-MOS 연계기능을 포함하는 것이다.

### 2.2.1 주요 개발기능

한국형EMS는 5개의 세부과제로 구분하여 개발을 추진 중이며 각 세부과제 및 과제별 주요 개발기능은 <표 1>과 같다. 5개 세부과제에 걸쳐 9개의 참여기업 및 6개의 위탁기관으로 연구진이 구성되어 있으며 한국전력거래소가 총괄주관하고 주요 참여기업으로는 한국전력공사, 한국전기연구원, 한전KDN, LS산전과 서울대, 연세대 등 산학연 협동 연구개발 체제를 구축하고 있다.

<표 1> 한국형EMS 주요 개발기능

세부과제	주요 개발 기능
시스템 설계, 구축, 실증시험	<ul style="list-style-type: none"> <li>통합 EMS 요구사항 및 개발기술 조사</li> <li>시스템 구조 및 소프트웨어 구조 설계</li> <li>Test Bed 구축, 시험 및 모의운영</li> </ul>
SCADA 및 통합DB	<ul style="list-style-type: none"> <li>전력계통 자료취득 및 감시제어</li> <li>통합 데이터베이스</li> <li>자료저장 및 검색</li> <li>화면 및 보고서</li> <li>시스템 통합</li> </ul>
발전계획 응용프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>수요예측, 자동발전제어 및 경제급전</li> <li>기동정지계획</li> <li>최적조류계산, 안전제약경제급전</li> <li>최적화발전계획 및 안전도향상</li> <li>전력시장 연계</li> </ul>
전력계통해석 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>전력계통 최적모델링 기법</li> <li>상태추정 및 급전원조류계산</li> <li>상정사고해석 및 휴전계획</li> <li>전압계획 및 송전가능용량계산</li> <li>고장회로 해석</li> </ul>
급전원 훈련시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>전력계통 모의</li> <li>급전원훈련관리 프로그램</li> <li>전력계통 안정도해석 평가</li> <li>EMS 기능이식 및 데이터 연계</li> <li>급전원훈련 시나리오</li> </ul>

### 2.2.2 개발 일정

한국형EMS는 3단계에 걸쳐 단계적으로 개발된다. 1단계는 약 30개월에 걸쳐 EMS의 기본기능을 구현한 Baseline EMS를 개발하고, 2단계는 약 44개월에 걸쳐 Baseline EMS의 바탕위에 중급난이도 EMS 기능을 구현한 Prototype EMS를 개발하며, 3단계에서는 약 60개월에 걸쳐 Prototype EMS의 기반위에 고급난이도 EMS 기능을 구현한 Full-Scale EMS를 개발함으로써 한국형EMS 개발이 완료된다.

2007년 7월 현재, 한국형EMS는 연구개발 2차년도로서 Baseline EMS의 각 기능별 상세설계 및 개발기능에 대한 알고리즘 검증 단계인 단위 기능시험을 완료하고 단위기능을 Baseline EMS로 통합하기 위한 기능 통합을 수행 중이다.

<표 2> 한국형EMS 주요 개발일정

Baseline EMS	Prototype EMS	Fullscale EMS
SCADA 기본기능 Test Bed 구축 경제급전, 자동발전제어 수요예측, 예비력감시 상태추정, 조류계산 휴전계획 Simulator 설계 실증시험(6개월)	SCADA 고급기능 최적조류계산 안전제약경제급전 기동정지계획 전압계획 Simulator 개발 실증시험(4개월)	최적화발전계획 안전도향상 송전가능용량 고장회로해석 상정고장해석 Simulator 실증시험 종합실증시험(6개월)
'05.11-'08.04(30개월)	'08.05-'09.06(14개월)	'09.07-'10.10(16개월)

## 2.3 한국형EMS 활용 방안

### 2.3.1 실용화 방안

한국형EMS는 전력거래소의 후비급전소에 시험설비(Test Bed)를 구축하여 실제와 동일한 환경에서 실증시험을 거치며, 후비급전소의 기존 EMS 설비와 3차레에 걸쳐 병렬로 모의시험 및 운영을 거쳐 실제 운영 업무에 적용이 가능한 실용화 EMS로 개발되게 된다.

한국형EMS 개발기간 중 3차레에 걸쳐 총 16개월의 실증시험을 거치게 되며 개발이 완료되는 2010년부터는 전력거래소 후비급전소에서 기존 EMS와 병행하여 실제 적용 운영을 하며, 기존 EMS의 수명도래 시점(2012년 예상)부터는 전력거래소 후비급전소의 기존 EMS를 대체하여 한국형EMS로 운영할 계획이다.

### 2.3.2 산업화 방안

한국형EMS 개발에 참여한 참여기업, 연구기관, 전문가는 연구개발 과정에서 각기 개발한 기술을 지속적으로 발전시켜 관련 기술의 전문 산업화를 추진하게 된다. 참여기업들이 개발기술의 활용을 통해 시스템 유지보수 및 기능개선 역무를 수행함으로써 개발기술의 산업화를 달성하고 시스템 도입 및 유지보수에 소요되는 외화유출도 방지하게 된다.

국내에서는 전력거래소의 한국형EMS 사용실적을 기반으로 전력분야 대규모 SCADA 구축사업 참여, 전력거래소 주급전소의 EMS 교체사업 참여, 기타 연관 분야의 SCADA 구축사업 참여 등을 통해 산업화를 진전시킨다.

또한 동남아, 중동, 남미 등 해외를 대상으로 참여기업, 연구기관의 전력관련 플랜트 사업진출과 연동하여 한국형EMS 등 전력 IT 산업분야 해외 진출을 통한 산업화를 추진하여 전력IT 분야 국가경쟁력 강화에도 크게 기여할 것으로 예상된다.

이를 위하여 전력거래소는 한국형EMS 해외 산업화의 성공적인 추진을 위하여 전력거래소의 다양한 국제협조 채널을 통한 참여기업의 해외 EMS 구축사업 참여를 지원하고 EMS 설계, 교육, 엔지니어링 분야는 참여기업과 공동으로 참여하는 등 참여기업의 한국형EMS 해외 산업화를 적극 지원할 계획이다.

## 3. 결 론

EMS 기술은 첨단 IT 기술과 고급 전력계통 기술의 결합체로서 전력계통 응용기술의 정점이라고 하겠다. 한국형EMS 개발을 통해 그동안 전력기술 선진국 위주의 일부 국가에서만 제작이 가능하였던 EMS를 국내 기술로 개발, 구축하여 우리나라 전력계통 운영에 활용하고자 한다. 또한 국내 최초이자 상용화 연구인만큼 전력거래소에서는 그동안 국내 학계와 연구기관을 통해 축적해 온 기초연구 성과와 전력거래소의 전력계통 운영경험을 결합한 산학연 협력연구를 통해 EMS 국산화 개발을 달성하고 우리나라 전력계통 응용기술과 전력IT 기술을 한 단계 도약시킬 수 있는 계기로 삼고자 한다.

한국형EMS 개발은 산업자원부의 전력산업 연구개발사업으로 수행 중인 사업입니다.

## [참 고 문 헌]

- [1] Korea Power Exchange, "Korean Energy Management System Technical Specification", 2006
- [2] 김성학, "전력관리정보시스템 구축전략에 관한 연구", 제22기 서울대 한국전력경영자과정 수료 논문집, 2005
- [3] VLPGO, "2006 VLPGO WG2, Report and Recommendations", 2006
- [4] Faramarz Maghsoodlou, "Energy Management Systems", IEEE Power & Energy Magazine, pp. 49-57, Sep/Oct 2004