

MOS-EMS 연계 데이터 흐름

이강재, 박문철, 이건웅, 김성학
한국전력거래소

Data flow for MOS-EMS system interoperation

K. J. Lee, M. C. Park, K. W. Lee, S. H. Kim
KPX(Korea Power Exchange)

Abstract - 전력거래소는 발전경쟁시장(CBP; Cost-Based Pool) 장기화에 따른 운영상의 효율성을 개선하고 기 개발된 시장운영시스템(MOS; Market Operation System)을 활용하여 급전체계를 개선하기 위해 준비중이다. 현행 급전체계에서는 거래 전일에 수행한 수요예측을 바탕으로 1시간 단위 운영발전계획을 전일에 수립하고 EMS(Energy Management System)를 이용하여 발전기에 대한 경제부하배분(ED; Economic Dispatch)을 시행하고 있지만, 현 EMS는 시장체제 환경 전에 도입된 설비로 시장환경에 대한 고려가 되어 있지 않고 계통운영 보조서비스의 실시간 반영이 어려운 점이 있다. 전력거래소는 실시간 급전 운영을 위해 기존 EMS에 MOS를 연계하여 MOS의 5분 단위 수요예측량을 기반으로 송전망 제약과 예비력 요구량 등을 고려한 발전기별 경제부하 배분량 및 예비력 배분량을 결정하고, 추가적으로 EMS에서 수요예측 오차 및 주파수 보정량을 실시간으로 계산하여 발전기별로 배분하도록 함으로써, 1일 전 시행하던 급전계획을 취득 자료를 기반으로 5분 단위로 실시간 계산할 수 있도록 급전 체계를 개선할 계획이다. 이를 통해 실시간으로 에너지와 예비력을 동시에 최적화함으로써 전력시장 및 전력계통 운영을 한층 선진화 할 수 있는 계기를 마련하였으며 또한 저비용 발전기 사용을 극대화함으로써 발전비용의 절감에도 기여하는 효과를 기대할 수 있다.

MOS-EMS간 자료연계에는 ICCP(Inter-Control Communication Protocol)와 FTP 프로토콜을 사용하였고, 수차례 모의운전을 통하여 데이터베이스 및 현장 취득 자료의 정확도(accuracy)가 양 시스템 간 연계 및 전력 계통의 안정적 운영에 매우 중요한 요소로 나타났다. 전력거래소는 장기적으로 CIM(Common Information Model)기반의 표준 전력계통 데이터베이스를 구축하고 시스템 간 자료 연계를 위해 XML을 활용하여 시스템 간 상호 운영성(Interoperability)과 자료 연계의 안정성을 높일 계획이다. 본 논문은 MOS-EMS 연계에 따른 시스템 간 자료의 흐름 및 처리에 대해 주로 설명하고자 한다.

1. 서 론

CBP시장의 장기화에 따른 운영상의 개선점을 반영하여 운영 효율성을 제고하고 기 개발된 시장운영시스템(MOS; Market Operation System)을 활용하여 향후 전력시장 구조 변화에 능동적으로 대처하고자 전력거래소는 시장 개선작업의 일환으로 MOS-EMS 연계 운영을 추진하고 있다. MOS 운영환경인 도매경쟁전력시장과 현 전력시장 구조가 근본적으로 달라 MOS의 전 기능을 활용하기는 어려우며, 5분 단위 실시간 최적급전계획 수립 및 각 지역별 한계가격(LMP) 도출 등의 기능을 활용하고자 한다.

MOS 연계 활용을 통한 CBP 시장 개선의 기본 방향은 현행 급전체계를 가능한 그대로 유지하여 시장규칙 변경을 최소화하면서 시장의 효율성을 추구하는 것이다. 현행 급전체계는 거래 전일에, 수요예측을 바탕으로 예비력, 송전계약, 열공급계약, 연료계약 등을 반영한 운영발전계획을 1시간 단위로 수립하고 거래 당일에 운영발전계획을 바탕으로 발전기별 출력배분을 시행하며, 급전원이 한 시간 정도의 예비력을 보유하여 계통운영을 하며 AGC 가능 발전기를 대상으로 EMS를 이용하여 계통주파수를 제어하게 된다. 반면 MOS 활용시에는 실시간 계통 상태 추정을 통해 송전계약과 계통운영 보조 서비스를 반영한 후 발전 및 예비력 공급 비용을 최소화하는 급전계획을 수립할 수 있다.

현행 방식과의 가장 큰 차이점은 예비력과 송전망 제약을 고려한 실시간 급전계획 기능이다. MOS의 실시간 5분 발전계획(FMD; Five-Minute Dispatch)은 수요 예측 및 현재 계통의 상태 추정 결과를 초기치로 하여 5분 후의 급전목표를 발전기별로 산출하는 기능이다. 하지만 입찰, 가격결정, 계약, 정산 등은 MOS 활용시에도 CBP 시스템을 사용하게 된다. MOS 연계 활용시 M에서는 입찰 자료가 처리되고, MA에서는 조류해석 및 발전계획을 수립하며 MDAS는 현장 계량기의 계량 자료를 취득하고 PSS는 연계 자료를 처리하는 역할을 하게 된다.

본 논문에서는 연계에 따른 자료 흐름에 대해 주로 소개하고자 한다.

2. 급전지시 데이터의 흐름 변화

2.1 현행 방식

아래의 <그림 1>과 같이 AGC 운전 중인 중앙급전 발전기의 경우 전력거래소의 EMS AGC 급전지시 신호에 따라 자동으로 출력을 증/감발하게 되

며 AGC운전 비 대상 발전기의 경우 전력거래소의 구두(급전전화) 급전지시에 따라 발전력의 출력을 현장에서 수동으로 제어하게 된다.

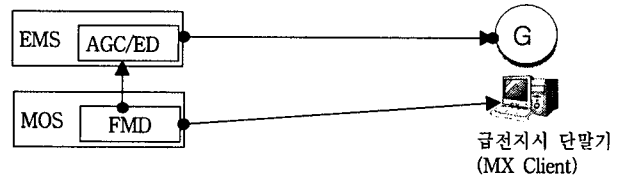


Where AGC: Automatic Gain Control ED: Economic Dispatch

<그림 1> 현행 급전데이터 흐름(AGC 대상 발전기)

2.2 MOS-EMS 연계 방식

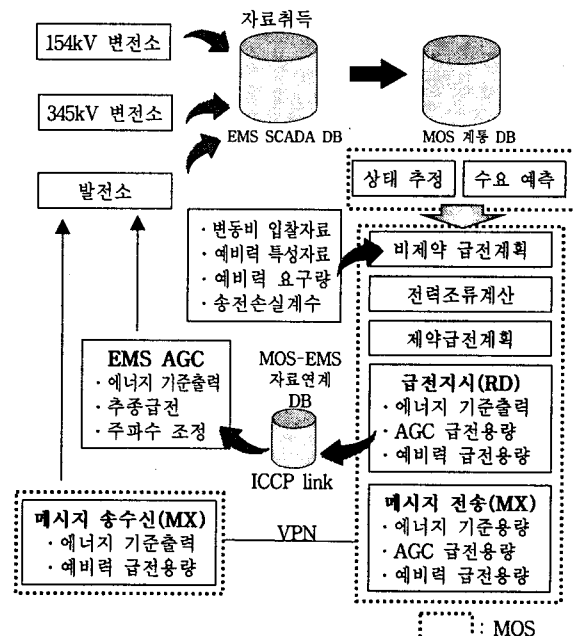
AGC 발전기의 경우 아래의 <그림 2>와 같이 MOS에서 계산된 계약발전 FMD 결과가 EMS로 전송되고 EMS AGC 제어 신호에 따라 자동으로 출력이 증/감발된다. 이 때 FMD결과는 발전회사의 급전지시 단말기로 5분마다 해당 발전기의 급전지시 목표값(에너지, 예비력, AGC 목표값)이 전송된다. AGC 비 대상 발전기의 경우 급전지시 단말기를 통한 급전지시(에너지, 예비력)에 대하여 출력을 수동으로 제어하게 된다.



<그림 2> 향후 급전데이터 흐름(AGC 대상 발전기)

3. MOS-EMS 연계자료의 흐름

<그림 3>은 현장에서 취득한 값의 취득에서부터 AGC신호 출력에 이르기까지의 MOS-EMS 자료 연계흐름을 보여준다.



<그림 3> MOS-EMS 연계 자료 흐름

발전소, 변전소의 실시간 자료가 EMS를 통해 주기적으로 취득되고 이 자료는 EMS의 SCADA DB에 저장된다. 이 자료는 ICCP 프로토콜을 이용하여 실시간으로 MOS PSS DB에 전송되고 이 자료와 기 구축되어 있는 계통 모델을 기반으로 현재의 계통상태를 추정하며 수요 예측 기능을 수행하게 된다. 이 결과는 MOS의 MA 모듈로 전달되어 입찰자료, 예비력 요구량, 송전선실 계수 등이 고려되어 FMD(계약 급전 계획)이 수립된다. 급전계획 수립을 위한 기준부하는 수요예측 결과치가 사용된다. 수립된 결과값은 급전지시를 통해 급전원이 일차적으로 확인 및 변경 한 후 EMS로 전송되며 MX기능을 통해 발전소의 급전지시 단말기로도 동시 전송된다.

3.1 현장자료 취득(SCADA)

실시간으로 차단기 상태정보 및 모선 전압, 송전선로 조류값 등의 전력계통 운영자료를 취득하고 AGC 신호를 발전기별로 송출하는 기능을 담당한다. 발전소와 345kV 이상 변전소는 현장의 RTU와 전용선을 통해 자료를 직접 취득하고 154kV 변전소의 경우는 해당 지역 전력관리처의 SCADA 설비를 통해서 자료를 취득한다. 현장 취득 자료는 발전계획 수립 등 EMS, MOS 모든 응용 프로그램의 가장 중요한 입력자료이다. 자료의 취득 주기 및 포인트 수는 <표 1>과 같다.

<표 1> 취득 주기 및 포인트 수

2006년 5월 기준, 단위: 포인트			
구분	취득 주기	Analog	Status
직접 취득(RTU)	2초	5,816	11,579
연계 취득(SCADA)	10초	9,473	18,353
계	-	15,289	29,932

3.2 입찰자료 변환

CBP는 가격입찰 방식이 아니라 공급가능량만을 입찰하고, MOS는 공급측(발전기) 및 수요(부하) 양단의 30분 단위 가격 입찰을 바탕으로 급전계획을 수립하기 때문에 MOS 활용을 위해서는 CBP 일일 입찰자료를 MOS가 요구하는 형태로 변환하여 사용한다. 이를 위해 전력거래소는 발전기 연료비 특성을 고려한 CBP 입찰자료 변환 시스템을 구축하여 변환된 자료를 MOS 입력값으로 사용한다.

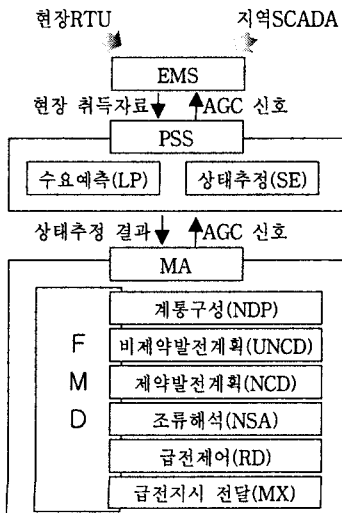
3.3 EMS→MOS연계

EMS에서 취득한 전력계통 자료(analog, status)가 실시간으로 MOS로 전송되며 이를 위해 ICCP 프로토콜을 사용하여 시스템을 구현하였다. 또한 계약발전계획 수립 시 송전망 계약을 반영하기 위한 휴전계획(발전기, 송변전설비), 상정사고 목록, 송변전설비 운영한계치가 파일 형태로 FTP를 이용하여 MOS 시스템으로 주기적으로 전송된다.

3.4 MOS PSS

PSS는 EMS에서 전달받은 실시간 전력계통 취득 자료를 바탕으로 FMD에서 필요로 하는 5분 간격 향후 1시간동안의 수요예측(Load Predictor) 및 5분 간격으로 계통 상태추정(State Estimator)을 수행한다. 현재의 계통부하, 부하 패턴(Load shape), 튜닝파라미터가 입력값으로 사용되어 수요 예측이 이루어지며, 상태추정에서는 발전기와 부하측의 유효전력 및 무효전력 추정치, 개폐로 장치 상태, 부하 패턴 등을 추정한다. 현재 방식은 거래 전일에 다음 날의 수요를 1시간 단위로 예측하는 반면, PSS에서는 실시간 5분 단위로 수요예측을 수행하기 때문에 발전계획 수립시 발생하는 수요예측 오차를 감소시킬 수 있다.

3.5 MA FMD



<그림 4> MOS FMD 자료 흐름

PSS에서 계산한 상태추정 결과값, 입찰자료, 현재의 계통 자료를 기반으로 전력계통 전체의 경제적 이익을 최적화하는 에너지 및 예비력 급전계획을 선형계획법에 기반하여 5분 단위로 계산한다. FMD 계산 결과는 EMS로 전송되고 동시에 MOS의 MX(Message Exchange)기능을 이용하여 VPN(Virtual Private Network)을 통해 현장(발전소)의 MX 단말기로 전송된다. 전반적인 MOS 급전계획 수립 단계는 다음과 같다.

- 1) EMS로부터 현장 설비 상태 자료, CBP시스템을 통해 입찰자료 취득
- 2) 취득자료와 계통 DB에 의한 상태추정 및 5분단위 실시간 수요예측
- 3) 상태추정 결과를 활용해 당해 5분 급전구간에 대한 토폴로지 구성
- 4) 상태추정 및 수요예측에 의거 당해 급전구간의 비계약 급전계획 수립
- 5) 안전도 해석 및 송전계약식에 근거하여 계약급전계획 수립
- 6) 급전계획 결과를 EMS와 MOS MX기능을 통해 발전소로 전송

3.6 MOS→EMS

FMD 계산 결과는 연계 서버를 통해 매 5분마다 EMS로 전송된다. 전송 시에는 ICCP 프로토콜이 사용되며 전송 항목은 다음과 같다.

- 1) UB(P)(Unit Base Point) - 발전기별 5분 후 급전목표 값
- 2) Regulation Limit_high - 발전기가 regulation을 담당할 경우 high limit
- 3) Regulation limit_low - 발전기가 regulation을 담당할 경우 low limit
- 4) Economic Participation Factor - 계통에서 요구하는 Regulation 총량 중 해당 발전기가 참여하는 비율
- 5) Ramp up rate - 발전기 증발률
- 6) Ramp down rate - 발전기 감발률

3.7 MA MX(Message Exchange)

MOS FMD에서 발전기별로 계산된 급전지시값을 시장 참여자에게 전송하고 전송된 급전지시에 대한 이력을 관리하는 기능을 수행한다. 급전지시값은 매 5분마다 자동으로 전송되고 AGC 비대칭 발전기의 경우 이 전송된 값을 기준으로 발전기의 출력을 수동 제어하게 된다.

3.8 EMS AGC

MOS에서 발전기별 Base point(UBP) 값을 5분 단위로 EMS로 전송하고 EMS에서는 매 4초마다 MOS Base Point값 대비 EMS에서 취득한 실제통수오와의 편차(ΔMW)를 발전기별 참여율에 비례하여 배분하고, 주파수 편차 또한 발전기별로 배분되어진다. 주파수 편차 보정량은 모든 AGC 운전 발전기에 대해 출력변화율에 비례하여 발전기별로 용량을 배분하게 된다. 최종적으로 개별 발전기 출력목표값은 아래와 같이 EMS에서 계산된다.

$$\text{개별발전기 출력목표(Target MW)} = \text{MOS UB(P)} + \text{개별발전기 부하 편차}(\Delta\text{MWgen}) \text{ 보정량} + \text{주파수 편차(ACE) 보정량}$$

여기에서 개별발전기 부하 편차는 아래 식으로 계산된다.

$$\text{부하편차}(\Delta\text{MW}) = (\text{MOS UB(P)}) - (\text{EMS의 현재 계통수요})$$

$$\text{개별발전기 부하편차}(\Delta\text{MWgen}) = \text{부하편차}(\Delta\text{MW}) \times \text{조정참여율 계수}$$

4. 결 론

본 논문에서는 CBP 시장 개선 작업의 일환으로 현재 계획중인 급전계획변경에 따라 사용하게 될 MOS-EMS 연계 기능을 입찰력데이터의 흐름을 중심으로 개발적인 시스템 기능 및 처리과정에 대해 소개하였다. MOS의 실시간 5분 급전계획은 실시간 계통운영 상태를 반영한 계약 급전으로 시장 효율성을 제고하는데 큰 역할을 하게 될 것이다. 또한 전일 급전계획을 오프라인 상에서 수립하던 단계에서 현재 계통상태를 실시간으로 고려하면서 급전계획을 수립하는 방안이 정립되어 계통운영상의 큰 진전이 있다고 볼 수 있다. 이러한 실시간 계약 급전을 위해서는 DB 및 취득 자료의 정확도가 한층 더 중요한 사항이 될 것이다. 왜냐하면 자료 취득 오류는 상태추정, 수요예측, 발전계획의 오류 유발하며, 특히 status의 경우 국부적 취득 오류가 전 계통 해석에 영향을 미쳐 급전계획에 오류를 발생시킬 수 있기 때문이다.

전력거래소는 향후 CIM을 활용한 표준화된 계통 모델 구축 및 XML 활용한 연계 시스템 구축을 통해 상호호환성을 높여 전력시장 환경변화에 능동적으로 대처해 나갈 계획이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Korea Power Exchange, "Technical Specifications", Contract for Market Operation System, Vol 2, 2001
- [2] 한국전력거래소, "MOS 활용방안", 2005
- [3] ABB, "MOS Design Specifications", 2002
- [4] Korea Power Exchange, "Technical Specifications", Contract for New Energy Management System, Vol 2, 1999