

## 수력발전소 EMS RTU 구성방식 개선 적용

**김용환\***, 이경배\*, 가필순\*, 이성우\*, 김종겸\*\*  
한국수자원공사\*, 강릉원주대학교\*\*

### An improvement and application for EMS RTU configuration method in K-water hydropower plants

Yong-Hwan Kim\*, Gyeong-Bae Lee\*, Pil-Sun Ka\*, Sung-Woo Lee\*, Jong-Gyeum Kim\*\*  
Korea Water Resource Corporation\*, Gangneung-Wonju National University\*\*

**Abstract** - 발전사업자는 한국전력거래소(KPX)의 급전지령을 원활히 수행하기 위해 EMS(Energy Management System) RTU를 설치하고 있다. 한국수자원공사는 수력발전소에 전기관널 형식의 EMS RTU 대신 컴퓨터 기반의 가상(Virtual) EMS RTU를 설치하여 기존의 RTU방식에 비하여 설비 면적을 대폭 줄였으며, 설비 변동에 따른 감시제어 데이터의 수정시 하드웨어적인 작업을 소프트웨어적으로 간단하게 처리할 수 있다. 그래서 가상 EMS RTU는 발전통합운영시스템(GIOS)을 실시간으로 운영, 감시하여 장애를 신속히 복구함으로써 중앙급전소 발전기 원격운전 응답 특성을 향상시켜 전력계통의 안정적인 운영에 크게 기여하고 있다.

#### 1. 서 론

한국전력거래소 중앙급전소에 설치된 EMS는 우리나라 전체 전력계통을 자동으로 감시·제어하는 설비로서 전력계통의 원격 감시 제어기능, 자동 발전제어기능, 경제급전기능, 전력계통 해석기능, 자료의 기록·저장기능 및 급전원 모의 훈련기능 등을 수행하는 급전용 종합자동화시스템이다[1]. EMS는 종합적인 관리기능을 수행하게 되는 EMS Master와 발전소 및 변전소 등과 같이 측정 및 제어 대상이 되는 위치에 설치되는 EMS Slave로 분류할 수 있다[2].

EMS Master는 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition, 총괄제어 및 데이터 취득)시스템을 기반으로 구축되며 EMS Slave는 대부분 전기 관널 기반의 RTU(Remote Terminal Unit) 방식으로 구축된다. EMS RTU는 전용 하드웨어에 의하여 구성되는 시스템으로 측정 및 제어 대상이 되는 SCADA시스템과 물리적인 통신라인으로 직접 연결되어 있어 RTU 설치 이후에는 감시대상의 추가 및 변경이 어렵다는 단점이 있다. 반면, 컴퓨터 서버 기반의 가상 EMS RTU는 소프트웨어를 이용한 태그 추가만으로도 별도의 물리적인 작업 없이 변경이 용이하다[3].

IT를 활용한 글로벌수준의 발전통합운영시스템(GIOS, Generation Integrated Operation System)을 이용하여 8개 수력발전소에 설치 운영 중인 발전통합운영시스템을 이용한 EMS RTU를 가상 EMS RTU로 변경하여 확장성 및 유지보수 편리성을 향상시켰다. 또한, EMS RTU와 논리적인 구성이 동일한 가상 EMS RTU라는 새로운 패러다임을 적용하였다. 각 RTU 구성방식에 따른 비교는 <표 1>과 같으며, 본 논문에서는 가상 EMS RTU 방식에 대한 구성방식 및 프로토콜 적용 등 시스템 구성 개선사항을 제시함으로써 EMS의 기술 자료로 활용하고자 한다.

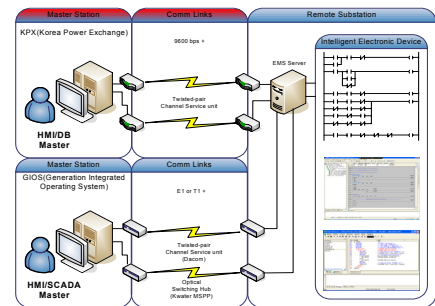
**<표 1> 가상 EMS RTU 및 EMS RTU 비교**

구분	가상 EMS RTU	EMS RTU
Type	<ul style="list-style-type: none"> <li>소프트웨어 기반</li> <li>컴퓨터 및 EMS RTU 기능 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>하드웨어 기반 (전기관널)</li> <li>데이터 취득장비 및 계측용 소프트웨어 필요</li> </ul>
SCADA Server	<ul style="list-style-type: none"> <li>OPC통신을 이용한 데이터 저장 및 통합</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>하드웨어적인 계측장비를 통한 데이터 취합</li> </ul>
상태 모니터링	<ul style="list-style-type: none"> <li>컴퓨터 기반 감시 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장관널의 지시계를 통한 감시</li> </ul>
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>감시포인트 추가/삭제 용이</li> <li>다양한 감시화면 구현</li> <li>타시스템과 연계용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>컴퓨터 바이러스에 안전한 환경</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>컴퓨터 바이러스 감염 우려</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>감시포인트의 가감이 어려움</li> <li>감시화면 구현 제약</li> <li>타 시스템과 호환 어려움</li> </ul>

#### 2. 본 론

##### 2.1 시스템 구성 (System Configuration)

한국수자원공사에서 운영 중인 설비용량 20MW이상의 중앙급전발전기는 총 8개 수력발전소(소양강, 안동, 대청, 충주, 합천, 임하, 주암, 용담)에 16대의 발전기가 운영 중에 있다. 8개 다목적댐 수력발전소에 설치된 EMS Slave 중 소양강을 제외한 7개 발전소는 가상 EMS RTU 방식으로 효율적인 운영을 위하여 각 발전소 내의 발전통합운영시스템 연계용 인터페이스 모듈과 EMS Slave가 정상적으로 운영되고 있는지를 운영자에게 알려주기 위한 운영자 화면 모듈, 이상 발생시 Alarm 시스템과 연계하기 위한 모듈로 구성하였다. 중앙급전발전기와 한국전력거래소간 네트워크 구성은 <그림 1>과 같다. 중앙급전발전기의 지능형 전자장비(PLC, RTU 등)로 부터 전송되는 발전정보는 발전소 EMS Server를 통하여 EMS Master로 전송되며, EMS Master로 부터 수신된 출력 목표 값은 EMS Slave로 전송되어 발전통합운영시스템을 통해 발전기를 제어한다. 또한 관련 발전정보는 한국수자원공사 통합운영센터에서 실시간 원격감시가 가능하며 모든 데이터는 발전통합운영시스템 데이터베이스(DB)에 저장된다.



**<그림 1> 가상 EMS RTU 네트워크 구성**

##### 2.2 가상 EMS RTU 구성 (Virtual EMS RTU composition)

각 발전소에 설치된 EMS Slave의 구성은 <표 2>와 같으며, EMS Master의 제어명령 전송요구, 측정치 요구와 같은 명령을 수신하여 각 발전기를 제어하고 EMS TD를 통해 취득한 데이터를 EMS Server를 이용하여 EMS Master로 전송한다. EMS Slave는 EMS Server와 EMS Client로 구성되어 있다. EMS Server는 EMS Master와 연계하여 각종 EMS 데이터 처리를 담당하고 EMS Client는 EMS Server에서 처리되는 각종 데이터를 한국수자원공사 발전통합운영근무자에게 실시간으로 감시화면(GUI, Graphic User Interface)을 제공한다[4].

**<표 2> 가상 EMS Slave 구성**

설비	기능
EMS Server	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국전력거래소 EMS Master를 통해 수집된 데이터를 취득하거나 EMS Master로부터의 제어명령을 처리</li> <li>OPC(OLE for Process control, 실시간 플랜트 데이터 통신)를 이용한 발전통합운영시스템과 인터페이스 기능수행</li> <li>이중화된 통신채널 (주, 예비)</li> </ul>
EMS Client	<ul style="list-style-type: none"> <li>KPX EMS Master로 전송되는 데이터의 실시간 모니터링</li> <li>KPX EMS Master와의 실시간 네트워크 모니터링</li> <li>KPX EMS Master의 태그 추가 삭제</li> </ul>
Alarm	<ul style="list-style-type: none"> <li>EMS system 이상시 알람 발생</li> </ul>

### 2.3 가상 EMS RTU 주요기능 (Virtual EMS RTU Main Functions)

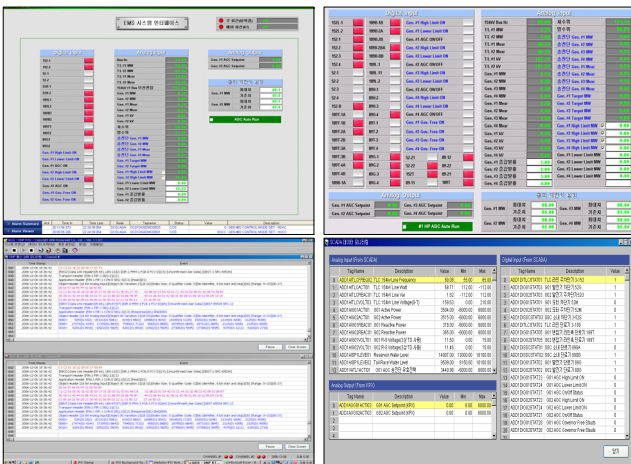
가상 EMS RTU 주요기능은 EMS Master로 전송되는 데이터의 실시간 감시, EMS Client를 통한 EMS Server 원격 모니터링, EMS Server 감시 포인트(SOE: Sequence Of Event, COS: Change of Status) 추가 삭제, 표준인터페이스를 통한 설비 간 원활한 통신, 입·출력 드라이버를(I/O Driver)이용한 타 시스템과 연계가 가능하다.

〈표 3〉 가상 EMS RTU 주요 기능

구분	설명
전송 데이터 실시간 모니터링 (Real-time monitoring)	EMS Server가 발전통합운영시스템(GIOS)로부터 취득한 정보를 EMS Master로 전송하며 이 데이터에 대한 모니터링 수행
원격 모니터링 (Remote monitoring)	통합운영센터에서는 EMS Client를 통하여 발전기 상태 및 송수신 데이터에 대한 원격 모니터링 수행
용이한 유지 관리 (Simple maintenance)	EMS Server를 통해 태그(Tag) 및 감시 제어화면(GUI) 변경
표준 인터페이스를 이용한 구성 (Standard Interface)	EMS Master와 EMS Server는 분산네트워크 프로토콜 이용 EMS 서버와 발전통합운영시스템은 OPC 프로토콜을 사용
외부시스템 연계 (Communication with another system)	소프트웨어적으로 I/O Driver 설정 변경만으로 외부 시스템과의 연계 가능

### 2.4 가상 EMS RTU를 이용한 AGC 운전

AGC(Auto Generation Control, 자동부하 증·감발 운전)는 실시간각 변동되는 전력수요에 대응하여 전력계통 주파수의 정밀 조정에 따른 발전기 출력을 자동 제어하는 기능으로 EMS를 통해 중앙급전발전기에 출력 목표 값이 전달된다. EMS를 통한 AGC 운전시 기존 EMS RTU 방식은 발전기로 전송되는 목표 값을 확인할 수 없다. 하지만, 가상 EMS RTU의 경우 <그림 2>와 같이 EMS Master와 EMS Slave간 데이터 통신상태, 주·예비 통신회선 상태, 발전통합운영시스템과 EMS Server간 통신상태의 모니터링이 가능하다. 또한 EMS Master의 출력 목표 값을 실시간으로 확인이 가능하고 EMS Server를 통한 발전기 운전 범위 설정을 통해 최소/최대 출력제한 범위를 설정할 수 있다.



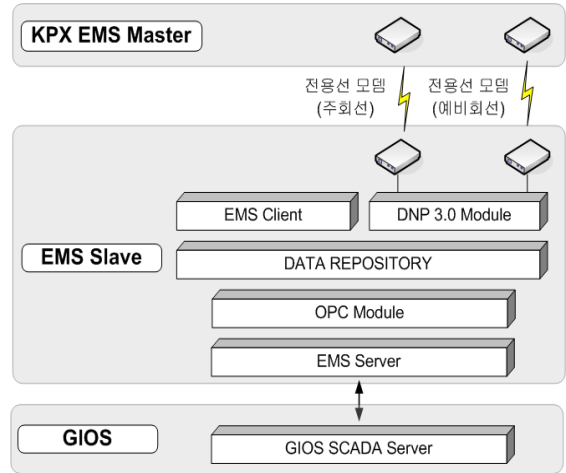
〈그림 2〉 EMS Server, 감시제어화면

### 2.5 데이터 흐름 (Data Flow)

EMS Master와 EMS Slave간 데이터 흐름은 <그림 3>과 같고, EMS Master로 전송되는 데이터는 EMS 모드상태, 주차단기(52), 단로기(89, 189T), 발전 유효전력, 발전 무효전력, 발전 전압, 송전전력량, T/L 전압, T/L 무효전력, T/L 유효전력 등이 있다.

EMS Slave에서 EMS Master로 데이터를 전송하는 순서는 다음과 같다. 첫째, EMS 응용프로그램은 발전통합운영시스템으로부터 OPC통신으로 전력 데이터를 취득하며 둘째, 취득한 데이터를 분산네트워크 프로토콜에서 사용할 수 있는 형식으로 변환한다.

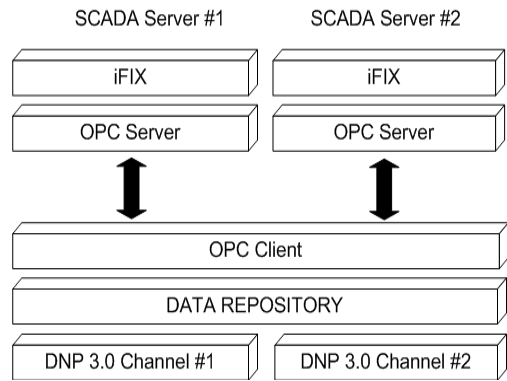
셋째, 분산네트워크 프로토콜에 맞는 형식으로 변환된 데이터를 전용 모뎀을 통하여 EMS Server로 전송하며 넷째, 전용 데이터를 EMS Client 감시화면에 표출한다. 이와 반대로 EMS Master에서 EMS Slave로 제어명령을 전송하는 단계는 다음과 같다. 첫째, 발전소 전용선 모뎀으로 분산네트워크 프로토콜을 이용하여 EMS Master에서 EMS Slave로 제어명령을 전송하며 둘째, 발전기 제어명령을 EMS Client에 표출하며 발전통합운영시스템 데이터베이스에 저장하는 단계로 이루어진다.



〈그림 3〉 EMS 데이터 흐름도

### 2.6 소프트웨어 구성 (Software Composition)

EMS Slave의 소프트웨어 구성은 <그림 4>과 같으며, 분산네트워크 프로토콜을 이용하여 발전소의 발전데이터를 취득하고 이를 OPC통신으로 발전통합운영시스템에 연계할 수 있다. 따라서 발전통합운영시스템에 연계된 데이터는 다양한 형태의 감시제어 화면으로 구성하여 운영근무자의 편리성을 도모하고 발전통합운영 근무자 기술역량을 향상할 수 있다.



〈그림 4〉 EMS Slave 소프트웨어 구성

## 3. 결론

가상 EMS RTU는 기존의 전기 관제 대신 발전통합운영시스템(GIOS) 기반의 컴퓨터 서버 방식으로 다수의 발전소와 변전소에서 구성하는 RTU 방식에 비하여 관련 설비의 유지관리가 용이할 뿐만 아니라 설비변동에 따른 감시제어 데이터 수정 작업 시 별도의 하드웨어적인 작업을 수반하지 않고 소프트웨어적으로 간단하게 처리할 수 있었다. 또한, 중앙급전 발전기의 급전지시에 따른 급전운영과 발전기의 실시간 감시로 발전기 응답특성을 향상시켜 전력계통의 안정적인 운영에 크게 기여할 것이다.

### 〈참고 문헌〉

- [1] KPX, "K-EMS 기술규격서", 2006
- [2] KPX, "한국형 EMS의 전력계통 데이터 저장 기능 개발", 2009
- [3] KPX, "K-EMS Hardware 구축", 2008
- [4] 한국수자원공사, "원격소 급전 자동화설비 제조구매설치 준공도서", 2006