

## 한국형 EMS의 SCADA Function 세부설계에 관한 연구

이효상, 김완홍, 박민령, 윤여준  
한국전력거래소

### A Study of SCADA Function Specific Design in Korean EMS

Hyosang Lee, Wanhong Kim, Minryung Park, Yeojun Yoon,  
Korea Power Exchange

**Abstract** - 전력계통의 효율적인 제어와 운용을 위해서는 전력계통을 구성하는 각종설비의 모델링뿐만 아니라 실시간 시스템 운용 상태에 대한 정확하고 신뢰할 수 있는 정보가 필요하다. 이러한 목적을 위해 현대의 전력계통은 광범위한 데이터를 취득하는 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)시스템을 기본적으로 갖추고 있다. 본 논문에서는 한국형 에너지관리시스템(Korean Energy Management System)에서의 데이터 취득, 처리, 제공, 제어 등의 기능을 수행하는 SCADA의 요구사항과 설계내용에 관해 소개한다.

K-EMS의 기능 중에서 자료취득과 감시의 역할을 하는 SCADA시스템의 기능구성 개요는 그림 2와 같다. SCADA 시스템은 아날로그와 상태 정보를 수집하여 데이터를 제어센터로 보내고 원격으로 발전기 출력 및 차단기나 변압기 탭을 조절한다. 또한 측정설비와 제어 장치들과의 인터페이스를 위한 통신채널을 가지고 있으며, 이러한 통신들은 데이터 수집을 관리하고 제어와 통신기능을 수행하는 FEP(Front End Processor)에 집약되어 있다[2].

#### 1. 서 론

SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition) 시스템은 필요한 데이터들을 수집하고 제공하며, 또한 필요한 원격제어를 가능하게 한다. 제어센터의 EMS(Energy Management System)는 이렇게 제공된 데이터들을 기반으로 계통의 운용 상태를 산출하고 네트워크 토폴로지와 계통의 상태를 결정하게 된다.

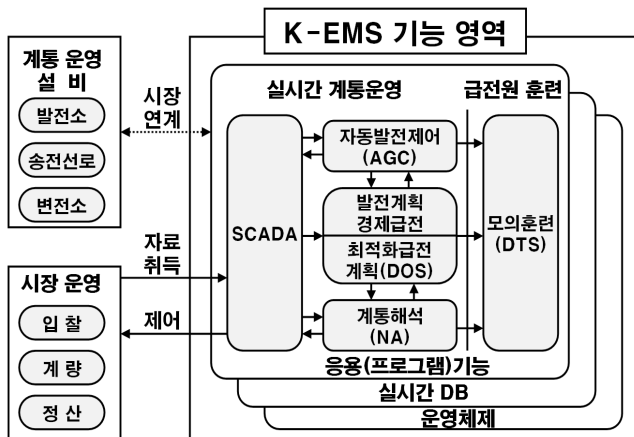
2003년 8월 북미 대정전에 대한 NERC(North American Electric Reliability Corporation)의 권고사항[1]에 따르면, 전력회사가 악화되고 있는 시스템 상태를 적절하게 인지하지 못한 것이 대정전을 발생시킨 하나의 큰 원인으로 보고 있다. 따라서 EMS와 SCADA 시스템에 대한 감시와 기능시험에 관한 구체적인 정책이 필요하다고 조언하였다. 이렇듯 SCADA 시스템은 실시간 전력계통 운용에서 정확하고 신뢰할 수 있는 기능을 수행해야 하는 매우 중요한 시스템이다.

전력계통 운영과 전력시장 운영을 담당하고 있는 전력거래소(KPX : Korea Power Exchange)는 2005년부터 2010년까지 순수 국내기술로 한국형 에너지관리시스템 (Korean Energy Management System)을 개발하고 있다. 본 논문에서는 한국형 EMS에서 SCADA 기능의 세부 설계 내용에 관해 소개하고자 한다.

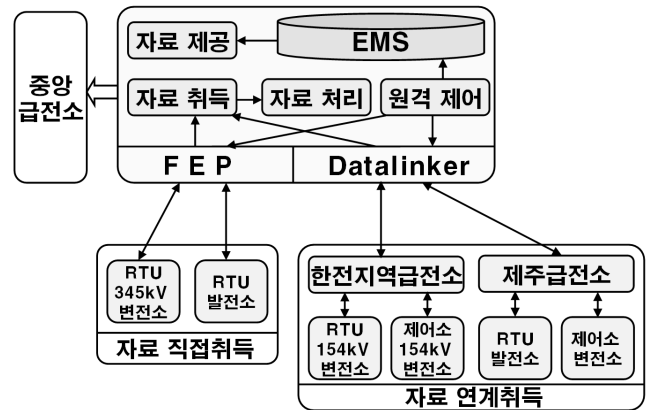
#### 2. 본 론

##### 2.1 한국형 EMS SCADA 시스템의 개요

K-EMS 시스템은 자료취득/감시 및 제어(SCADA), 자동발전제어, 경제급전, 전력계통 해석, 급전원 모의훈련 등 다양한 종류의 응용프로그램들이 유기적으로 동작하는 다기능복합구조(Multi-functional Complex Structure)로 K-EMS의 기능구성 개요는 그림 1과 같다.



<그림 1> K-EMS 기능구성 개요



<그림 2> SCADA 기능구성 개요

SCADA의 주요기능은 크게 데이터 취득, 데이터 처리, 데이터 제공, 원격제어 등으로 나눌 수 있으며[3], 다음절에서 세부내용들에 관해 살펴해보도록 한다.

##### 2.2 데이터 취득

SCADA의 실시간 데이터 취득은 크게 FEP를 통해 현장의 RTU값을 직접 취득하는 방법과 Datalinker를 통해 각 지역급전소인 RCC(Regional Control Center)로부터 데이터를 취득하는 방법이 있다. 먼저, 현장에서 취득되는 RTU데이터의 특성에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

- **Periodic Scans** : 사용자가 각 감시 포인트를 하나 이상의 스캔 그룹으로 할당할 수 있으며, RTU Poll 메시지에 스캔 그룹 주소를 지정하여 RTU로부터 데이터를 수집한다. 각 스캔 그룹의 스캔 주기는 사용자가 설정 가능하며, 설정 가능한 주기는 1초에서 1시간이다.
- **RBE 데이터** : 아날로그 데이터는 RBE(report by exception)를 지원하지 않으며, 디지털 데이터는 DNP 3.0에서 규정한 'Unsolicited'와 주기적인 Dump로 이벤트 처리를 한다.
- **SOE 데이터** : SOE데이터는 상태 데이터 중 SOE 타입으로 지정된 포인트에 대해 이벤트 발생시각을 RTU에서 상태 값과 같이 제공한다. SOE 포인트는 RTU에서 지정하며, SOE 타입으로 지정된 포인트는 상태 변경시 RTU에서 시간태그를 붙여 FEP로 제공하고, 상태 값과 발생시각을 상위 Host서버로 제공한다.
- **다중 데이터 취득 소스** : RTU와의 통신장애가 발생하는 경우를 대비하여 다중의 데이터 취득 소스가 제공된다. 주파수와 같이 중요한 포인트에 대하여 최대 5개까지의 다중 데이터 취득 소스를 제공한다. 최우선 취득 소스는 RTU이며, RTU와의 통신장애가 일어나거나

테스트 모드에 있을 때 다른 취득 소스로 자동 절체되고 연속적으로 데이터를 취득할 수 있다. 취득소스 변경에 대한 사항은 품질코드에 기록되어 급전원이 인지할 수 있다.

Datalinker 시스템은 데이터를 취득하여 EMS에 실시간으로 제공하고 각종 데이터 처리 및 타 시스템간의 자료 연계를 통한 데이터 송수신을 수행한다. Datalinker가 취득하는 데이터는 다음과 같다.

- **RCC 데이터** : 제주 RCC를 포함한 전국 13개의 RCC로부터 아날로그와 상태 데이터를 취득하여 제공한다.
- **한강수계 데이터** : 한국수력원자력의 아날로그, 상태 데이터를 취득하여 제공한다.
- **기상정보 데이터** : 기상청으로부터 필요한 자료를 취득하여 제공한다.

## 2.3 데이터 처리

### 2.3.1. 아날로그 데이터 처리

아날로그 데이터란 전압, 전류, 유효전력, 무효전력 등과 같은 측정값을 의미한다. 아날로그 데이터는 RTU 또는 SCADA로부터 전달된다. 모든 아날로그 값은 최대, 최소 한계치를 가지고 있으며 스캔주기마다 이 한계치를 넘어섰는지를 검사한다. 한계치를 넘어서는 순간 알람이 발생되며, 데이터베이스에는 한계치를 넘어서기 이전의 값으로 유지되며 품질코드에 한계치를 넘어섰다는 알람표시를 한다. 그러다가 한계치 사이의 값으로 복귀되면 다시 알람이 발생되어 데이터베이스에는 취득값으로 표시되고 품질코드에는 정상값으로 표현된다. 한계치 감시는 다음과 같은 세 가지 종류가 있으며 급전원은 임의의 아날로그 포인트를 다음 세 가지 종류중의 하나로 지정할 수 있다.

- 과부하 감시
- 전압 감시
- 일반데이터 감시

### 2.3.2 상태 데이터 처리

상태 데이터란 차단기 On/Off 상태, 계전기동작 등을 표시하는 현장 설비의 상태를 의미하는 데이터이다. 상태 데이터는 Two-State 포인트만을 처리한다. Two-State 포인트란 설비의 상태가 두 가지인 경우를 의미하며 0과 1의 값으로 제공된다. 예를 들어, 0의 값이 취득된 경우에는 'Open'으로 표현하고 1의 값이 취득되면 'Close'로 표현한다.

제어를 수행하지 않았음에도 불구하고 현장의 상태가 변화하면(즉, 현재 데이터베이스에 저장되어 있는 값과 취득한 값이 달라지는 경우) 알람치리를 한다.

### 2.3.3 연산 데이터처리

연산 데이터는 취득하는 아날로그와 상태 데이터를 조합하여 계산식을 통하여 생성되는 데이터로 아날로그연산 데이터와 디지털연산 데이터로 구분된다. 아날로그 연산 데이터는 계산식을 통하여 생성되는 데이터가 실수로 표현이 가능한 데이터이며 디지털 연산 데이터는 생성되는 데이터가 0과 1로 한정된 데이터이다. 계산과정에서 0으로 나누는 등의 오류가 발생하는 경우 가장 최근의 값이 데이터베이스에 유지되고 품질코드에 기록된다.

## 2.4 데이터 제공

K-EMS는 디스플레이, 프린터, 트렌드 장치, 그리고 프로젝션에 화면을 제공할 수 있으며, 적절한 로그에 데이터를 저장할 수 있다. 또한, 데이터베이스의 어떠한 데이터라도 표시하고 로그할 수 있는 기능을 가지며, 데이터소스, 수집주기, 저장매체에 관계없이 데이터를 다른 컴퓨터 시스템에 제공할 수 있다. 이렇게 데이터를 제공하거나 교환할 때, K-EMS는 데이터 제공을 쉽고 간단하게 할 수 있도록 API어댑터나 DB링크와 같은 시스템 인터페이스 환경을 지원한다. 이러한 요구사항들은 아래와 같은 데이터 형태들을 포함한다.

- 원격측정된 데이터 - 스캔비율에 상관없이 아날로그, 상태, 누적데이터
- 계산 데이터 - 아날로그, 상태, 통합데이터
- 운영 변수 - 리미트, 스케줄 등
- 메인 메모리와 보조 메모리에 저장된 데이터
- 애플리케이션 프로그램에 의해 생성된 데이터
- 텍스트 데이터 - 알람, 이벤트, 급전원 노트, 데이터 교환 메시지

## 2.5 SOE(Sequence of Events) 데이터

Sequence-of-Events(SOE) 데이터는 RTU들로부터 수집된 상태변화

이벤트들의 시간중심 목록들이며, KPX 급전원을 위한 사고원인 검토를 위해서 파일형태로 수집되어진다. 이벤트간의 시간차이는 하나의 RTU 내에서 1 millisecond이내에 해결되어야하며, RTU들간에는 8 millisecond이내에서 해결되어야 한다. 하지만 이 시간차이는 FEP(Front End Processor)나 K-EMS에 달린 것이 아니라 전적으로 RTU설비에 달려있다.

이러한 SOE 데이터 취득의 경우 주기적 데이터 취득이나 감시 제어 행위에 방해될 주지 않도록 하여야 한다. K-EMS는 가장 심한 통신채널 부하가 걸려있을 때 5분 이내에 2,000 SOE 이벤트들을 수집할 수 있다. 각 이벤트들은 데이터베이스 이름(포인트 이름), 설비, 상태, 시간(millisecond 단위)의 정보를 가지고 있다. 이벤트들은 시간 순서대로 화면에 표시되고 로그되며, 사용자는 RTU, 변전소, 혹은 전체시스템 단위로 이벤트화면을 선택할 수 있다. 따라서, 급전원이 검색하고자 하는 날짜를 지정해 해당 SOE 데이터를 검색해 분석할 수 있다. SOE 이벤트들은 SOE 버퍼가 용량초과에 다다를때, 사용자의 요청이 있을때, 그리고 하루에 한번 저장 장치에 전송되어진다.

## 2.6 원격 제어

원격제어를 통해서 RTU에 연결된 현장의 발전 및 차단기설비를 급전원이 직접 제어할 수 있고 어떤 콘솔에서도 제어가 가능하다. 단, 시스템의 보안정책에 따라서 제어 권한이 설정된 급전원이나 콘솔에서만 가능하게 된다. 제어 명령에는 SBO(Set-Before-Operation) 방식과 DO(Direct Operation) 방식 두 가지가 있다. SBO방식은 예를 들어 스위칭설비와 같은 제어대상 설비를 먼저 선택하고 제어 조작을 하기 전에 급전원의 확인을 거친 후 제어명령을 전송한다. 제어대상 설비를 선택하고 일정 시간 동안 제어명령을 급전원이 내리지 않는 경우 자동적으로 선택된 제어 대상 설비는 해제된다. 반면 DO기능은 발전기 출력이나 주 변압기 탭을 제어하는 기능으로 급전원의 확인 없이 직접적인 원격제어가 가능한 기능이다. 제어기능은 또한, 어떠한 설비에 대해서도 제어를 금지하거나 가능하도록 설정할 수 있고, RCC를 통한 간접 RTU 제어도 가능하다. 원격 제어는 아래와 같은 기능들을 수행한다.

- 스위칭 설비 제어
- 변압기 탭 제어
- 발전기 출력제어
- 제어 동작 감시

## 3. 결 론

전력은 사용의 편리함으로 인하여 경제성장 및 국민생활수준의 향상에 따라 소비가 지속적으로 증가하고 있으며, 이러한 전력수요의 증대는 전력계통을 복잡화시키고 다양화시키며 대응량화하고 있다. 이러한 전력계통의 감시와 운영을 위해 EMS시스템은 자료취득/감시 및 제어(SCADA), 자동발전제어, 경제급전, 전력계통 해석, 급전원 모의훈련 등 다양한 종류의 응용프로그램이 유기적으로 동작하는 다기능 복합 구조를 가지고 있다.

한국의 전력계통의 경우 실시간으로 7만 포인트 이상의 계통 데이터가 처리되고 각종 응용프로그램 데이터베이스 및 타 시스템 등과 복합적으로 연계되어 고속 처리되는 시스템으로, EMS내 SCADA 기능의 정확하고 안정적인 데이터 취득, 처리 및 제어가 필수적이다.

앞에서 살펴본 한국형 에너지관리시스템(K-EMS)에서의 SCADA 기능들은 각 기능별로 그 주요특성들을 가지고 있으며 KEMS 기술 규격서[4]에 기술된 대로 현재 개발이 진행되어가고 있다. 한국의 계통특성에 맞추어 개발되는 한국형 에너지관리시스템의 도입으로 그동안 해외 유명 Vendor들로부터의 기술종속을 탈피하고 시스템 및 기능 Upgrade 등의 유지보수문제를 손쉽게 해결할 수 있으리라고 기대된다.

한국형EMS 개발은 산업자원부의 전력산업 연구개발사업으로 수행 중인 사업입니다.

## 【참 고 문 헌】

[1] NERC Blackout Investigation, "Final Report on the August 14, 2003 Blackout in the United States and Canada: Causes and Recommendations", April 2004  
 [2] Sakis Meliopoulos, "Power System Modeling, Analysis and Control", School of Electrical and Computer Engineering, Georgia Institute of Technology, 2006  
 [3] LS산전, "통합 EMS 연계 SCADA 시스템 및 DB 개발", 소프트웨어 요구사항 명세서, May 2006  
 [4] KEMS 기술 규격서 (KPX, 2005)