

GIS 기반의 배전자동화 중앙제어장치 설계

박신열, 하복남, 신창훈, 권성철, 박소영
한전전력연구원

The Design of Master Station for Distribution Automation based on Geographic Information System

ShinYeol Park, BokNam Ha, ChangHoon Shin, SeongChul Kwon, SoYoung Park
Korea Electric Power Research Institute

Abstract - 배전자동화 시스템은 컴퓨터와 통신기술을 활용하여 원거리 에 산재되어 있는 배전선로용 개폐장치를 현장에 가지 않고 제어실에서 원격 명령으로 운전상태를 감시하고 제어하며, 고장정보를 수집하여 고장구간을 판단하여 처리하고, 진압과 전류 등 선로운전 정보를 자동으로 수집하여 배전계통을 최적 상태로 운전하도록 하는 시스템이다. 국내에서는 변전소 원격감시제어 시스템인 SCADA와 배전선로의 개폐장치를 원격감시 제어하는 배전자동화 시스템인 DAS가 별도로 운영되지만, 외국의 경우에는 대부분 SCADA와 DAS가 통합되어 운영되고 있다. 또한 배전자동화에 대한 개념, 시스템의 기능, 배전자동화에서 처리하는 업무영역 등이 우리나라의 배전자동화 시스템과 다르다. 특히 소규모 변전소 원격감시제어 시스템인 SCADA와 배전선로의 개폐장치를 원격감시 제어하는 배전자동화 시스템을 통합한 시스템을 많이 사용하고 있다. 본 논문에서는 외국의 배전자동화 기술동향을 분석하고, 우리나라의 배전자동화 기술과 비교하여, 국의 수출이 가능한 배전자동화 중앙제어장치가 가져야 하는 주요 핵심 기능인 배전관리시스템(DMS), 지리정보시스템(GIS), 정전관리시스템(OMS) 등의 개발 방향에 대해 기술하고자 한다.

1. 서 론

Master Station의 분류기준은 일반적으로 배전자동화와 관련하여 다음과 같은 3가지 주요 시스템 기능으로 분류하며, 그 외의 시스템들을 기타 시스템으로 분류할 수 있다. 어떤 기능이 어느 시스템에 포함되어야 하는지에 대한 방법은 여러 가지가 있을 수 있으며, 이러한 분류는 시스템의 공급자의 접근방법에 따라 다양하다. 이들 3개의 시스템은 서로 인터페이스(interface) 형태를 유지하는 것이 일반적이다.

- DMS (Distribution Management System)
- GIS (Geographic Information System)
- OMS (Outage management System)

DMS의 기본기능인 SCADA 시스템에는 다음과 같은 기능들이 포함된다.

- Data acquisition from remote devices
- Supervisory control of remote devices
- Alarm detection and reporting
- Event logging
- Historical data storage, archiving, and retrieval
- Calculations (MVA, power factor, MWh, etc)
- Tagging and clearances
- Switching order creation and execution

DMS에는 네트워크의 신뢰성과 효율성을 증대시키기 위해 위에서 언급한 SCADA 시스템에 모델링과 계산기능을 추가하게 된다. SCADA에 추가되는 모델링과 계산기능은 다음과 같다. 아래의 DMS 기능 중 일부 기능은 변전소자동화 시스템에서 운영되는 국가도 있을 수 있다.

- Power system model
- Fault location; fault isolation
- Service restoration
- Voltage - var control
- Load modeling
- Power flow & network analysis
- Training simulator
- Load forecasting
- Predictive failure analysis

GIS (Geographic Information System)에 포함되는 기능은 다음과 같다.

- Facilities data management
- Landbase data management
- Construction Planning
- Network analysis

OMS (Outage Management System)에 포함되는 기능은 다음과 같다.

- Map-oriented user interface
- Trouble call analysis
- Interface (or "prediction") about fault locatin
- Reliability statistics

상기 3개 시스템 외에 기타 시스템으로 분류할 수 있는 기능들은 다음과 같은 시스템들이 있으며 이들은 상기의 3개 기본시스템과 연계될 수 있다.

- Customer Information System (CIS)
- Automatic Call Distributer (ACD)
- Interactive Voice Response (IVR)
- Crew Management System (CMS)
- Work Order Management System (WOMS)
- Material Management System (MMS)
- Engineering & Planning System
- Weather System
- Communication Network Management System
- Automated Meter Reading (AMR) System
- Load Management System
- Energy Management System (EMS)
- Security Monitoring System
- Data Warehouse / Data Mart

2. 본 론

2.1 국외 배전자동화 시스템

배전자동화 시스템을 공급하는 국외 주요 업체로는 SIEMENS, ABB, GE사 대표적이라고 할 수 있다. 여기서는 이들 3개 기관이 공급하는 시스템들이 어떠한 종류가 있으며, 주요기능은 무엇인지 기술하고자 한다.

2.1.1 SIEMENS의 Spectrum PowerCC

System 종류로는 Distribution Management (PowerCC DM), Generation Management (PowerCC GM), Energy Control/SCADA (PowerCC EC)가 있으며, Windows 2000과 Oracle을 DBMS로 사용하며 주요 응용프로그램은 다음과 같다.

- Demand Side Management Applications
 - ✓ Load Management Electricity and Gas
 - ✓ Supply Management Water
- Distribution Network Applications
 - ✓ Fault Location
 - ✓ Fault Isolation and Service Restoration
 - ✓ Optimal Feeder Reconfiguration
 - ✓ Distribution System Power Flow
 - ✓ Distribution Short Circuit Calculation
 - ✓ Volt/Var Control
- Operation Applications
 - ✓ Outage Management
 - ✓ Switching Procedure Management

2.1.2 SIEMENS의 SINAUT Spectrum DMS

Sun과 IBM의 workstations 및 server에서 운영되는 네트워크 관리 시스템으로 개방형 분산 구조를 취하고 있으며 DMS 기능은 다음과 같다.

- Interface for data import for the most common GIS systems
- Switching-procedure management
- Topology analysis
- Fault location
- Fault isolation and service restoration
- Outage management and analysis
- Outage reports and calculation of quality indices
- Substation load assignment
- Online power flow calculation
- Online short-circuit and earth fault calculation
- Voltage/reactive power control
- Optimum load redistribution
- Network calculation online or in study mode
- Online database modification for updating the network model

2.1.3 ABB의 MicroSCADA

송배전, oil, water, gas, heating 분야에 이용되는 SCADA 시스템으로 주 대상은 변전소 자동화이며 네트워크 제어와 DMS 기능을 가지고 있다.

2.1.4 ABB의 MicroSCADA Pro DMS600

DMS 600은 지리정보기반(geographical) DMS 시스템이며 MicroSCADA Pro Distribution Management System DMS 600 4.1이 최신 버전이며 배전관리시스템의 포괄적인 소프트웨어 패키지이다. DMS 600은 Open++ Opera version 3.3에 기능이 확장되어 DMS600 4.0으로 발전하여 현재는 DMS 600 4.1로 버전업 되었다. 주요 기능들로는 다음과 같은 것이 있다.

- Network topology management.
- Network and protection analysis
- Meshed network analysis
- Fault management.
- Operational planning
- Field crew management
- Customer service
- Outage management
- Data analysis
- Switching planning

2.1.5 ABB의 Network Manager

Network Manager는 대규모 전기 및 가스 설비용 SCADA /EMS /DMS /GMS 시스템이며, 완벽한 SCADA 기능을 비롯하여 Network Manager가 제공하는 주요 기능들은 다음과 같다.

- Real time monitoring and control
- Outage management
- Work management
- Crew and resource management
- Optimal network utilization
- Network modelling
- Data warehousing

Network Manager 주요 인터페이스 시스템들은 다음과 같다.

- UDW - Utility Data Warehouse
- PCS - Process Communication System
- EMS - Energy Management System
- CC - Call Center
- CIS - Customer Information System
- GIS - Geographic Information System
- AM/FM - Automatic Mapping / Facilities Management
- ERP - Enterprise Resource Planning

2.1.6 GE의 ENMAC system

모듈화 및 클라이언트-서버 구조를 갖는 DMS 시스템으로 다음과 같은 기능들을 포함하고 있다.

- Advanced Graphical User Interface
- Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)
- Network Management System (NMS)
- Trouble Call System
- Distribution Power Analysis
- Web Applications

2.1.7 GE의 Smallworld PowerOn

DMS 시스템으로 주요 기능은 다음과 같다.

- Network management
- Outage management

2.2 국외 배전자동화 시스템별 구성사항 비교

지금까지 국외 유명 배전자동화시스템 공급사의 제품종류와 제공되는 주요 기능에 대해 기술하였다. <표 1>은 이들 제품별 주요기능을 요약하였다.

<표 1>

분야	Siemens	ABB	GE
OS	Windows	Unix/Windows	Unix/Windows
Protocol	DNP 3.0 IEC 60870	DNP 3.0 IEC 60870	DNP 3.0 IEC 60870
DBMS	ORACLE	ORACLE	ORACLE
DMS (SCADA)	Spectrum PowerCC SINAUT spectrum DMS	MicroSCADA Pro DMS600 Network Manager	ENMAC PowerOn
GIS	인터페이스만 제공	인터페이스만 제공	SmallWorld
OMS	Supported	Supported	PowerOn
CMS	Supported	Supported	Supported
AMR	인터페이스	인터페이스	부립
FLISR	Supported	Supported	Supported
Optimal Reconfig.	Supported	Supported	Supported
DPF	Supported	Supported	Supported
Volt/Var Ctrl	Supported	Not supported	Supported
Load Forecast	Supported	Supported	Supported

2.3 국내 배전자동화 시스템

국내의 배전자동화 시스템은 중앙제어장치에서 배전선로에 위치한 단말장치를 원격감시, 원격제어, 원격설정, 원격계측 등을 수행하는 배전자동화

의 기본 프로그램과 배전계통을 최적상태로 운전할 수 있도록 지원하는 다양한 응용프로그램으로 구성되어 있다. 응용프로그램으로는 회선별단선도 생성프로그램, 구간부하관리프로그램, 과부하 해소 프로그램, 손실최소화를 위한 배전계통 재구성프로그램, 배전선로 보호협조 프로그램, 데이터 오류검출 프로그램, 배전선로 고장처리 프로그램 등이 있다.

한편, 국내에서는 변전소 자동화 시스템인 SCADA와 배전자동화 시스템인 DAS가 완전히 독립된 시스템으로 개발되어 분리 운영되고 있다. 외국에서 발주되는 배전자동화시스템은 SCADA와 DAS를 연계하여 하나의 시스템처럼 변전소와 배전설비를 동시에 감시제어 할 수 있는 기능을 구현하고 있다. 또한 단순한 원격감시제어 기능 외에 배전계통을 최적 운전하는 다양한 응용프로그램을 요구하고 있다. 예를 들면 고장자동처리, 손실최소화, 부하예측, 조류계산 등의 응용프로그램과 원격검침, 부하제어, 정전관리 (OMS : Outage Management System), TCS(Trouble Call System) 등이 통합된 시스템을 요구하고 있다. 따라서 외국에서 수출하기 위한 배전자동화시스템 제품을 만들기 위해서는 이와 같이 국내 시스템에 없는 다양한 기능들의 추가적인 개발이 필요한 실정이다.

3. 결 론

3.1 통합시스템 개발목표

앞에 기술한 배전자동화 제품들의 기능에 대한 분석결과를 종합해 보면 앞으로 어떠한 부분에 초점을 맞춰서 연구개발을 진행해야 할지 방향 설정이 가능해 진다. <표 2>는 본 프로젝트에서 개발하고자 Master Station에서 개발하고자 하는 주요 기능들을 요약한 것이다.

<표 2>

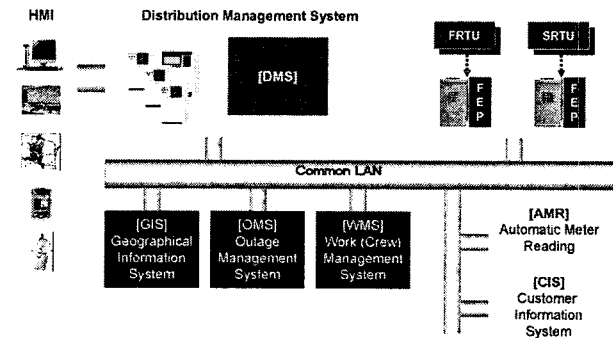
DMS (DAS+SCADA)	GIS	OMS	Other System
배전선로 감시/제어 변전소 감시/제어 Advanced SCADA Schematic Diagram 변전소 단선도 DMS Application <ul style="list-style-type: none"> > Load Flow > Load Forecasting > Protection Coordination > Switching Planning > Volt/Var Control 	Facilities(고장입) Data Management Land-base Data Management	TCS (+ outage reporting)	CMS (직접자 위치 표시) WOMS AMR interface

3.2 기능 통합 구축 방안

국제요건을 만족하는 시스템을 개발하기 위해서는 프로세서간 Packet 교환방식 변경, 명령 Set과 Alarm Level 통합, DAS HMI 내에 SCADA용 HMI 화면 등을 구축한다는 조건하에 다음과 같은 DAS-SCADA 기능을 통합 구축해 나갈 계획이다.

- SCADA FEP용 Realtime OS용 M/W API 개발
- SCADA용 M/W Point 신설
- SCADA용 RDB 구조를 DAS RDB에 동일하게 구성
- DAS용 Server에 SCADA용 Host 기능 부가
- SCADA용 HMI 및 Report 구성
- DAS SCADA HMI 기능 통합

3.3 통합 H/W 구성



<그림 1> 통합 시스템 구성도

[참 고 문 헌]

- [1] Martin Delson, John McDonald, Bob Uluski, "Distribution Automation - Coming of Age", Utility University DistribuTECH 2006 Pre-conference Seminar, KEMA, Feb 2006.
- [2] 박신열, "공무 국외출장 귀국보고", 전력연구원 사내보고서, Mar 2006.
- [3] 하복남 외, "배전진화 시스템 중앙제어장치 개발", 전력연구원 분기발표회 보고서, Feb 2006.
- [4] 하복남 외, "배전변압기 감시제어 기능이 통합된 지능형 배전자동화 시스템 개발", 전력연구원 1차년도 중간보고서, Jan 2006.