

배전지능화시스템 개발을 위한 중앙제어장치 설계

박신열, 하복남, 신창훈, 권성철, 박소영
한전전력연구원

The Design of Master Station for Intelligent Distribution Automation System

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

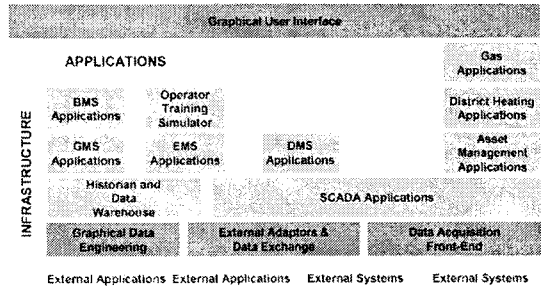
Abstract - 전력계통은 발전설비, 송전설비, 변전설비, 배전설비 등으로 크게 나눌 수 있다. 전력계통을 구성하는 이런 설비들을 원격 감시하고 제어하는 시스템을 전력자동화 시스템이라고 한다. 이런 전력자동화 시스템은 국내 전체 에너지의 수요, 공급, 수송을 제어하는 에너지 관리시스템(EMS : Energy Management System), 송전 및 변전설비의 감시제어를 담당하는 송변전소 감시제어 시스템(SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition), 배전계통의 설비관리 및 운영을 담당하는 배전자동화시스템(DAS : Distribution Automation System), 수용가의 계량기를 원격으로 읽어오는 원격검침시스템 (AMR : Automatic Meter Reading) 등으로 구성되어 있다. 국내에서 운용중인 배전자동화 시스템은 배전선로에 설치되어 있는 개폐기만을 원격 감시 및 제어하는 보편적인 시스템이다. 한편, 2005년도 전력IT 국가 전략과제로 수행하고 있는 배전지능화 시스템 개발 과제에서는 변전소부터 배전계통과 수용가까지의 모든 전력설비에 대한 원격감시제어가 가능한 시스템을 배전지능화 시스템이라고 정의하고 이의 개발을 추진하고 있다. 본 논문에서는 ABB, SIEMENS, GE와 같은 국외의 배전자동화 시스템들을 소개하고, 배전지능화 시스템에서 목표로 하고 있는 GIS 기반 위에서 고·저압 배전설비를 관리하고, SCADA, DAS, GIS(Geographic Information System), AMR, TCS(Trouble Call System) 등 배전지능화 시스템의 중앙제어장치가 갖추어야 하는 주요 기능들에 대해 기술하고자 한다.

1. 서 론

ABB, SIEMENS, GE와 같은 해외 선진회사의 시스템들은 SCADA, DMS 시스템뿐 아니라 EMS, GMS등과 같은 많은 시스템들이 통합된 시스템이다. 이는 여러 시스템에서 공통적으로 사용할 수 있는 인터페이스를 분리하여 각기 다른 시스템과 연계하여 사용할 수 있도록 구성하고 있다는 뜻이다. 이들 회사에서는 DMS, EMS, GMS와 같이 각각 다른 목적으로 개발된 시스템에 GIS Tool과 Report, OMR과 같은 시스템을 포함시키는 것이 아니라 분리하여 이들 시스템들을 서로 연계하여 사용할 수 있도록 구성하고 있다.

1.1 ABB

ABB에서는 전력계통 관리시스템으로 Network Manager를 개발하여 판매하고 있다. Network Manager는 EMS에서 DMS까지 포괄하는 하나의 종합적인 IT 솔루션으로 제공하고 각 솔루션은 개방적, 모듈화되어 개발되고 모듈간의 인터페이스는 마들웨어를 통하여 구현하고 있다. 각 모듈의 구성은 <그림 1>과 같다. Network Manager는 각 적용대상에 따라 각 모듈의 조합으로 시스템이 구성된다.



<그림 1> ABB 시스템 구성도

Network Manager 모듈 중 배전관리시스템에 관련된 SCADA/DMS는 배전계통의 운영을 향상시키기 위한 모듈로 유지보수와 고장에 대한 정확하고 즉각적인 정보를 제공하여 고객서비스를 향상시키는 데 그 목적이 있다. Network Manager SCADA/DMS는 기본적인 SCADA 기능 외에 다음과 같은 다양한 배전계통 모듈들을 제공하고 있다.

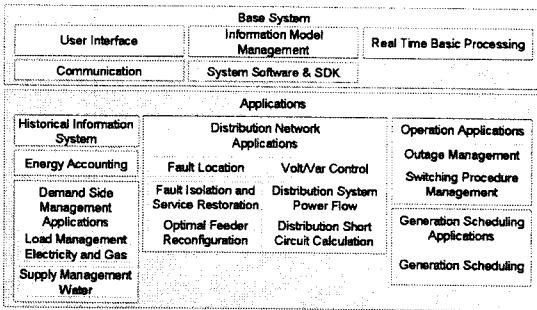
- Real Time Monitoring and Control
- Outage Management
- Work Management
- Crew and Resource Management
- Optimal Network Utilization
- Network Modelling
- Data Warehousing

Network Manager SCADA/DMS는 EMS,GMS, CC(Call Center), CIS(Customer Information System), GIS(Geographic Information System), AM/FM (Automatic Mapping/Facilities Management)와 ERP(Enterprise Resource Planning)와의 인터페이스를 제공한다. 인터페이스는 표준 API(Application Programming Interface)를 제공한다.

1.2 SIEMENS

SIEMENS에서 개발된 배전관리시스템은 Spectrum PowerCC라는 이름으로 판매가 되는 데, 이 시스템은 에너지의 생산, 거래 및 수송까지를 총괄하는 하나의 종합 솔루션이다. <그림 2>는 Spectrum PowerCC의 구조와 기능에 대한 개요 그림이다. 그림에서 알 수 있듯이 기본적인 SCADA 기능은 물론이고, 전기와 가스에 대한 수요관리 (DSM : Demand Side Management), 수자원의 공급관리, 발전관리 등에 관련된 기능들이 총 망라되어있다. SIEMENS의 Spectrum PowerCC는 component-based architecture를 채용하여 IEC규격에 따라 각 component들이 디자인 되었고, 각 component들은

다른 것과 독립적으로 구성되어 서로 인터페이스만 공유하여 component의 plug&play를 구현하였다.



<그림 2> Spectrum PowerCC functional overview

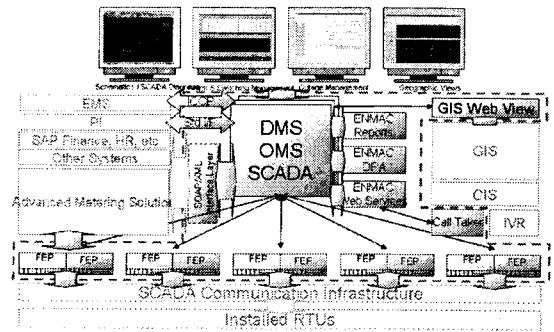
배전계통은 비교적 많은 수의 배전 스테이션과 그에 따른 많은 량의 데이터를 포함하고 있다. 그러면서도 작은 수의 원격감시 및 제어기기를 가지고 있고, 많은 외란의 영향을 받고, 계통의 변화도 잦다. Spectrum PowerCC에서 이런 특징을 가지는 배전계통과 관련하여 다양한 기능을 가지는 배전계통 응용모듈(DNA : Distribution Network Applications)을 제공하고 있다. 배전계통 응용모듈에서 제공하는 배전계통 관리 및 최적화 부분의 기능을 자세히 살펴보면 배전선로에서의 고장을 찾고 이를 분리하고, 서비스를 재개하는 기능에서부터 정전관리 기능까지 포함되어 있으며 Spectrum PowerCC 모듈은 다음과 같다.

- Fault Location
- Fault Isolation and Service Restoration
- Optimal Feeder Reconfiguration
- Distribution System Power Flow
- Distribution Short Circuit Calculation
- Volt/Var Control
- Outage Management
- Switching Procedure Management

1.3 GE

GE에서 개발하여 판매하는 배전관리시스템인 ENMAC 시스템은 운영 및 유지보수 비용을 줄이고, 운영 효율을 향상시키기 위한 솔루션으로, 전력회사의 타 정보시스템인 CIS(Customer Information System), GIS(Geographic Information system) 및 call center와 상호운용을 위한 인터페이스를 제공한다. ENMAC은 모듈화 및 클라이언트-서버 구조를 갖는 distributed network management 시스템으로 다음과 같은 모듈들을 포함하고 있다.

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



<그림 3> GE 시스템 구성도

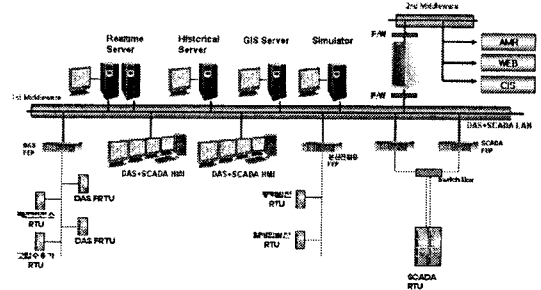
ENMAC에서는 Trouble Call System을 제공하여 Call center와의 인터페이스를 제공한다. GE에서는 GIS를 기반으로 하는 배전관리시스템인 Smallworld PowerOn도 판매하고 있는 데, 이는 GIS 패키지인 Smallworld를 기반으로 망관리 및 정전관리 등 다양한 배전관리 기능을 제공한다. 참고로 GE에서 Energy Management System(EMS:SCADA)로 XA21을 개발 판매하고 있다.

2. 본 론

2.1 주장치 H/W 구성

DAS-SCADA는 데이터의 실시간 전송이 요구되는데 반하여 DAS-GIS는 실시간 성격이 그렇게 높다고 할 수 없다. 반면에 DAS-GIS는 서로간의 교환데이터가 많으나 실시간성 데이터가 아닌 설비 정보 등에 해당되는 데이터가 주를 이룬다. 이는 시스템 설계시 가장 중요한 제한 사항이 된다.

시스템 통합 측면에서 최근의 자동화 시스템 개발 추세는 한 개의 통합된 시스템보다는 여러 가지 기능을 적절히 분리하고 모듈화 하여서 필요시 이를 가감하는 구조로 많이 이전하고 있다. 이는 사용자의 관점에서 각국의 계통운영체계가 환경이 차이가 많이 나고, 운영방식 또한 차이가 커서 이를 한 개의 통일된 시스템에서 처리하기에는 부담이 되기 때문이다. 또한, 각종 인터페이스를 최대한 통일화 하여 타 시스템 뿐 아니라 한 시스템 내에서도 일관된 API로 운영하려는 것이다.



<그림 4> 배전지능화 주장치 구성도

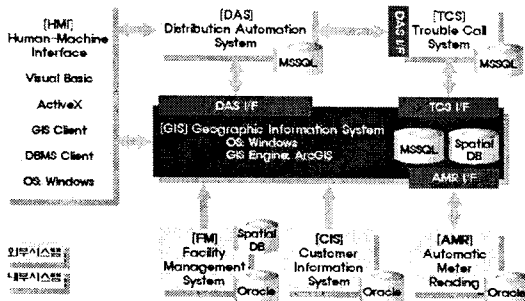
OS관점에서 이전에 널리 사용되던 Unix 형 시스템에서 현재는 사용이 간편하고 사용자에게 익숙한 Windows 계열 시스템이 최근 급격히 늘어나고 있다. 이는 OS의 안정성이 어느 정도 수준에 오르고 다양한 3rd Party 소프트웨어와 통합이 용이하기 때문이다. 반면에 몇몇 국가에서는 Windows에 대한 종속성을 탈피하기 위하여 Linux 형태로 시스템을 개발하는 시도도 있으나 Linux의 특성상 오류 발생시 책임소재가 불분명하기 때문에 이는

소수에 그치고 있다.

DAS-SCADA는 Highly Coupled 방식으로 설계하여 실시간성을 높이고 데이터의 재 사용성을 높이며 DAS-GIS는 상대적으로 데이터의 형식 및 구성방안이 차이가 날 수 밖에 없어서 Loosely Coupled 방식으로 구성하는 것이 타당하다고 판단된다. HMI 인 경우, SCADA의 화면을 DAS 화면위에서 표출할 수 있게 하여 DAS 화면에서 SCADA의 기능을 구현 할 수 있도록 하며, 반대로 SCADA 전용 HMI를 두어 SCADA만을 별도로 감시할 수 있도록 구성하는 것이 시스템 유연성 면에서 바람직하다. GIS도 마찬가지인데, 현재 대부분의 GIS개발 도구 등에서 Active-X 와 같은 컨트롤을 제공하기 때문에 이를 이용하여 바로 여러 시스템을 한 개의 HMI에서 제어하는 것이 가능하다.

2.2 통합 HMI 아키텍처

배전지능화시스템 중앙제어장치의 구성요소별 플랫폼과 인터페이스 체계를 살펴보면 다음과 같다. <그림 5>에서 보는바와 같이 HMI 및 GIS는 Windows 플랫폼을 기반으로 구성하였고 데이터 관리를 위한 DBMS로는 MSSQL을 사용할 예정이다. 이는 현재 운영 중인 SCADA/DAS 의 OS 및 DBMS를 고려하여 선택하였다.



<그림 5> 배전지능화시스템 통합HMI 아키텍처

배전지능화시스템 중앙제어장치는 SCADA/DAS를 중심으로 HMI(Human Machine Interface), TCS(Trouble Call System), 지리정보시스템(GIS: Geographical Information System)으로 구성되어 있으며, 외부시스템으로 설비관리시스템(Facility Management System), 고객정보시스템(CIS: Customer Information System), 원격검침(AMR: Automatic Meter Reading) 시스템이 존재한다. 각각의 시스템은 각 시스템의 역할 및 기능에 따라 다른 시스템에 물리적/논리적으로 통합되거나 인터페이스 된다.

2.3 주요 개발 기능

배전지능화시스템 중앙제어장치의 주요 개발 내용은 크게 통합 HMI, GIS 기반 설비관리, TCS, 고객정보관리(CIS), AMR 인터페이스, DAS 인터페이스, 초기 데이터 구축이 있으며 상세 기능 및 설명은 아래와 같다.

2.3.1 GIS 기반의 고저압 설비관리

GIS 기반 설비관리는 고저압 설비의 등록, 조회, 수정, 삭제 등의 기능을 제공하는 업무로서 설비관리 대상은 현재 DAS에서 관리되고 있는 설비와 전기고장 접수 시 고장위치 예측에 필요한 최소한의 설비만을 대상으로 한다. GIS 기반 고저압 설비관리 업무에서 사용되는 객체 및 속성을 정의하였으며, 객체 별 속성 중 DAS와의 인터페이스를 위해 DAS에서 사용하고 있는 식별자를 추가하였으며, GIS에 표현하기 위해 설비별로 연결되어야 할 설비의 연계정보도 정의하였다. GIS를 이용하여 설비 등록 및 조회 처리를 하며 단선도를 조회할 경우에는 GIS

화면에서 [단선도 보기]메뉴를 선택하면 단선도 화면이 기동된다.

2.3.2 GIS 기반의 AMR, 고객관리 지원

고객정보관리는 고저압 설비와 관련된 고객의 정보를 관리하는 업무로서 고저압 고객의 정보를 등록/수정/삭제/조회/검색하는 기능을 제공한다. AMR의 경우 DAS에서 연계되어 관리되어지며, DAS에서 요청 시 GIS 인터페이스를 통해 정보를 보여주도록 한다. 고객정보 및 검침정보를 관리하기 위해 사용될 객체 및 속성은 아래와 같으며 지침 및 사용량 정보는 고압과 저압의 항목이 상이하여 객체를 분리하였다. AMR 정보의 경우 DAS의 모델을 이용하도록 한다. GIS 화면에서 고객정보 조회화면을 기동한 후 고객번호를 입력하고 [조회]버튼을 클릭하면 CIS와 인터페이스를 통해 '고객 정보 조회' 기능을 수행한다. 검침정보 조회 화면은 연계버튼을 이용하여 기동되며 AMR 시스템과 인터페이스를 통해 지침 및 사용량을 조회한다.

2.3.3 GIS 기반의 TCS

TCS는 전기고장 접수 및 고장위치를 예측하는 시스템이다. 고객으로부터 전기고장 신고를 접수하고, 유사 고장정보 조회 및 고장위치를 예측한 후 최종적으로는 고객에게 고장정보를 안내하는 기능을 담당한다. 전기고장 접수 관리 업무에서 사용될 객체 및 속성은 아래와 같다. 전기고장 접수 내용을 기반으로 고장위치를 예측 시 직접 GIS 상의 계통을 분석하면 수행시간 및 성능 저하가 우려되므로 배치로 GIS 계통의 축약모델을 작성하여 예측 시 사용한다. 전기고장접수 처리는 CIS의 고객정보 및 접수된 주소를 이용하여 고장위치를 예측하고 예측한 결과 및 위치를 GIS에 표시한다.

3. 결 론

ABB, SIEMENS, GE와 같은 해외 선진회사의 시스템들은 SCADA, DMS 시스템뿐 아니라 EMS, GMS등과 같은 많은 시스템들이 통합된 시스템이다. 이는 여러 시스템에서 공통적으로 사용할 수 있는 인터페이스들을 분리하여 각기 다른 시스템과 연계하여 사용할 수 있도록 구성하고 있다는 뜻이다. 이들 회사에서는 DMS, EMS, GMS와 같이 각각 다른 목적으로 개발된 시스템에 GIS Tool과 Report, OMR과 같은 시스템을 포함시키는 것이 아니라 분리하여 이들 시스템들을 서로 연계하여 사용할 수 있도록 구성하고 있다. 즉, DMS + GIS, EMS + GIS, GMS + GIS와 같이 사용할 수 있도록 구성되어 있다. 이들 회사의 프로그램들은 모두 Window 환경에서 실행되도록 구성되어 있으나 ABB의 경우 Sever 프로그램은 Unix 환경에서 실행되고 Client 프로그램의 경우 Window 환경에서 실행되도록 구성되어 있다. DBMS의 경우 3사 모두 ORACLE을 사용하고 있으며 GE의 경우 자체 GIS인 SmallWorld 기반의 PowerOn을 이용하고 있지만 ABB와 SIEMENS는 인터페이스만을 제공하고 있다.

[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, Mar 2006.
- [3] 1차년도 중간보고서, "배전지능화 시스템 중앙제어장치 개발", 전력연구원, Oct. 2006.