

전력감시진단종합 시스템

방순정, 진문광, 이석찬, 김영일, 김필석, 남상수, 최철환, 박종호, 신용학
LS 산전 중앙연구소

Power Monitoring and Equipment Diagnosis System

S.J. Bahng, M.G. Jin, S.C. Lee, Y.I. Kim, P.S. Kim S.S. Nam, C.H. Choi, J.H. Park, Y.H. Sihn
LSIS R&D Center

Abstract - 전력계통을 감시, 보호하기 위해서 해당 도메인에 맞게 전력감시 시스템을 운용한다. 전기품질을 위해서 전기품질감시 시스템을, 전력설비의 노후 정도, 교체기간을 감시하기 위해서 전력설비진단 시스템을 각각 운용한다. 최근 전력 IT 기술의 발달과 전력감시 시스템의 효율적 관리가 필요하게 되면서 국내외 선진사들은 전력시스템의 통합 솔루션을 소개, 개발하고 있는 추세이다. 본 논문에서는 전력감시 시스템들을 통합한 전력감시진단종합 시스템을 개발하였고 이를 소개하고자 한다.

1. 서 론

정보화 사회 발전과 번영에 에너지는 필수적이다. 이러한 에너지를 관리하는 역할을 하고 있는 전력감시 시스템¹⁾들은 전기 에너지 의존도가 심화되는 오늘날 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 이러한 전력감시 시스템들은 용량성, 신뢰성, 안전성 등 기본적 성능 요구 조건을 충족하여야 할 뿐 아니라 디지털 사회에서 소비자가 다양하게 요구하는 여건의 변화에도 유연하게 대처할 수 있어야 한다. 그러나 전력감시 시스템 관리에 있어서는 통합 관리를 하여 종복관리²⁾ 방지, 비용절감 등 효율적인 전력감시 시스템 관리에 대한 요구사항이 있다. 그럼에도 불구하고 전력감시 시스템들은 데이터를 측정하는 전력설비를 고려하여 개발되어져 온 특성에 때문에 시스템 구조 및 데이터 형태들이 상이하여 시스템을 통합하는데 있어서 여러 가지 어려움이 있었다. 하지만 국내외 선진사들은 현재 활발하게 연구 되어지고 있는 전력 IT³⁾ 기술을 도입하여 기존의 전력감시 시스템들의 통합을 추진하고 있으며 통합 솔루션(Solutions)들을 소개하고 있다. [1][2][3]

본 논문에서도 전력감시 시스템의 통합의 사례인, 전력감시진단종합 시스템에 대하여 소개하고자 한다.

2. 본 론

전력감시진단종합 시스템은 전기품질감시 시스템과 전력설비진단 시스템을 통합한 시스템이다. 우선, 각 시스템의 개요와 시스템의 구조 및 데이터의 특성 및 취득방법에 알아보도록 한다.

2.1 전기품질감시 시스템

최근에 비약적으로 성장한 전력전자기술을 바탕으로

- 1) 전력감시 시스템 : 전력계통, 전기품질, 전력설비 등 전력에 관련된 시스템을 모니터링하는 시스템.
- 2) 종복관리 : 각 전력시스템의 중복되는 기능을 의미함.
- 3) 전력 IT : 전력의 생산에서부터 소비에 이르기까지 다양한 기술과 응용에 정보통신기술을 융합함으로써 부가가치를 높이고 새로운 기술과 서비스, 그리고 산업을 창출하는 것.

민감한 비선형 부하들이 증가하면서 전기품질 감시에 대한 관심이 증대되고 있다. 미국의 보고서(EPRI, 1993)에 의하면 전기품질 저하로 인해 연간 260억불(약 31조 2천 억원) 정도의 피해가 추정되고 있다고 기술하고 있다. 전기품질로 인한 피해를 예상하고 효과적인 개선방안을 제시하여 그 피해를 최소화하기 위해서 전기품질감시 시스템이 필요하다.[4]

2.1.1 전기품질감시 시스템 개요

전기품질감시 시스템은 연속적으로 데이터를 취득하여 전기품질의 이상 유무를 감지하고 문제 발생 시 관련 데이터를 전송하는 모듈(PQM), 데이터 전송을 위한 통신기능 통신을 통해 전달된 데이터를 저장, 관리하기 위한 데이터베이스, 데이터베이스로부터 데이터를 읽어 분석을 수행하는 상위 프로그램(분석 프로그램)으로 나누어 생각할 수 있다. 그럼 1.은 대표적인 전기품질감시 시스템의 구성을 나타낸 그림으로, 데이터베이스와 연계된 전기품질감시 시스템을 나타낸 것이다.[5]

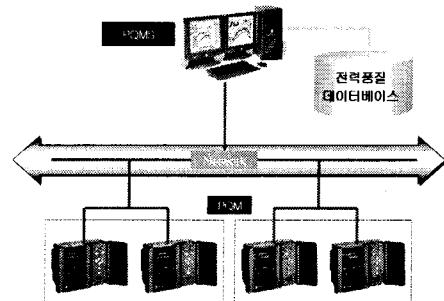


그림 1. 전기품질감시 시스템 구성

2.1.2 전기품질감시 시스템 구성

전기품질감시 시스템은 전기품질을 분석하고 분석한 결과를 통신을 통해 프로그램으로 전달하는 전기품질 미터(PQM)⁴⁾와 전기품질 미터로부터 분석결과 및 관련 데이터를 통신을 통해 전달받은 후 사용자에게 분석 결과를 전달하는 전기품질감시 프로그램으로 구성된다. 미터에서 전달되는 데이터는 크게 이벤트 데이터와 트렌드(Trend) 데이터 그리고 전압/전류 Raw 데이터로 구분할 수 있다.

미터와 프로그램과의 통신은シリ얼 방식인 RS-485와 Ethernet을 지원하며, 전기품질감시 프로그램에서는 여러 개의 미터를 연결할 수 있으므로 사용자가 원하는 장소의 전기품질을 상시 감시할 수 있다.

- 4) 전기품질 미터(Power Quality Meter) : 전기품질을 감시하는 장치(Device).

전기품질에 이상이 생겨 이벤트가 발생할 경우, 미터는 통신을 통해 프로그램으로 이벤트 정보를 전송한다. 반면 전기품질 분석을 위해 필요한 이력(Trend)데이터는 주기적으로 프로그램에 전송된다.

프로그램에서는 미터에서 전달되는 데이터를 저장, 관리한다. 사용자는 실시간으로 전압/전류 및 전기품질 항목을 선택하여 정보를 볼 수 있으며, 시간대별 이력데이터를 통해 전기품질을 분석할 수 있다. 그림 2는 간략화한 전기품질감시 시스템의 구성도이다.

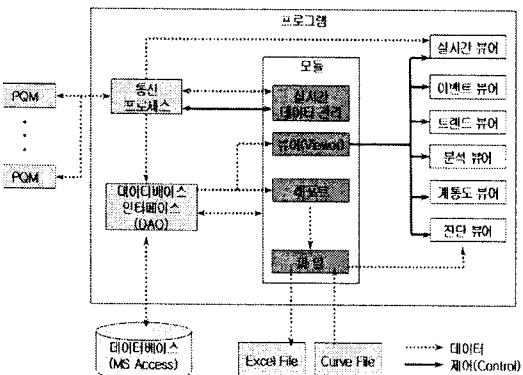


그림 2. 전기품질감시 시스템 구성도

2.1.3 전기품질감시 시스템 테이터의 특성

전기품질 미터로부터 전송되는 데이터는 시스템 구성 및 정밀 분석 정도에 따라 저장, 관리되는 데이터 양에 서 많은 차이를 보이고 있지만, 1사이클(Cycle) 당 128 샘플링(Sampling) 이상의 고정밀도 샘플링이 수행된다고 가정한다면 계통에서 이상현상이 오랜 시간 동안 지속될 경우 많은 양의 데이터(전압/전류 Raw 데이터)가 전송 된다. 그리고 여러 전력 기본계측 항목(전압/전류, 주파수, 역률, 전력 등)의 트렌드(Trend) 및 고조파 트렌드 정보를 관리하기 위해서 연속적으로 매 주기 많은 양의 데이터가 전송된다.[5]

2.2 전력설비진단 시스템

도심 지역의 확장과 산업의 발전으로 전력수요가 급격히 증가하고 있으며, 정보산업의 급부상과 컴퓨터에 의한 산업설비의 자동화 및 고급화에 따라 전력공급의 신뢰성과 고품질을 요구하고 있다. 사용자는 전력설비진단 시스템을 사용하여 안전하고 경제적인 설비관리를 할 수 있다.

2.2.1 전력설비진단 시스템 개요

그림 4는 일반적인 전력설비진단 시스템 구조이다. 전력설비진단 시스템은 GIS(Gas Insulated Switchgear)와 변압기의 전력설비를 진단하는데, 설비에 센서를 부착시켜 센서를 통해 취득한 데이터를 상위 프로그램으로 전송한다. 이때 사용되는 통신장치는 DAU(Data Acquisition Unit)가 사용된다.

2.2.2 설비진단 시스템 구성

전력설비진단 시스템은 크게 센서부, DAU(Data Acquisition Unit), FEP(Front End Processor),

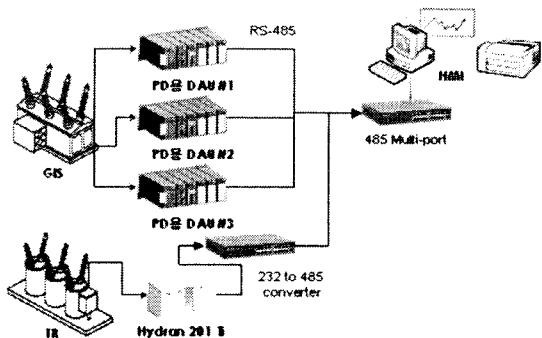


그림 3. 전력설비진단 시스템 구성

HMI(Human-Machine Interface)와 주변장치로 구성되어 있으며, 각 구성요소는 네트워크로 연결된다.

센서는 변압기와 GIS에 부착되어 변전설비의 현재 상태를 DAU에 전달한다. DAU는 센서부에서 현장 기기의 상태값을 수신하고, RS485 통신을 이용해 FEP로 전송하게 된다. FEP는 DAU로부터 센서 데이터를 수신하여 이를 다시 HMI로 전송하는 기능을 수행한다. HMI는 평상시 FEP로부터 실시간으로 센서 데이터를 수신한다.

사용자는 HMI를 통해 센서 데이터를 감시하거나 실시간 트랜드, 이벤트 자료 및 과거의 자료를 조회할 수 있다. 그리고 센서 데이터의 이상 발생 시에는 분석기능을 수행하여 진단결과를 확인할 수 있다. 그림 4는 전력설비진단 시스템 구조도이다.

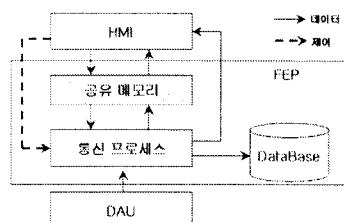


그림 4. 전력설비진단 시스템 구조도

2.2.3 전력설비진단 시스템의 테이터 취득

DAU는 센서부로부터 취득되어지는 각종 센서 데이터 값을 FEP에 전송하는 장치이다. DAU는 변압기와 GIS의 센서 데이터를 취득하는 두 종류의 DAU로 구성되어 있다.

첫 번째, 변압기의 유중가스 분석 장치는 내부적으로 CPU 및 통신처리장치로 구성되어, 변압기의 유중 용존 가스 중 수소(H2), 일산화탄소(CO), 아세틸렌(C2H2), 에틸렌(C2H4)의 4종류의 가스에 대하여 연속적으로 응답하며, 4 ~ 20mA의 아날로그 출력을 한다. 또한 자체적으로 통신 프로토콜을 지원하여, 시리얼 통신을 통해 센서 데이터를 상위로 보낼 수 있다.

두 번째, GIS PD DAU는 UIIF 부분방전신호 검출용 센서로부터 입력되는 RF 신호를 처리하여, 축정 레벨과 축정 각도를 자체 베피에 쌓아 두었다가 통신 카드를 통해 상위로 전달한다. 또한 상위에서 통신 카드를 통해 DAU의 축정 주파수, 축정 레벨을 설정할 수도 있다.

전력설비진단 시스템에서의 데이터 전송은 DAU를 통해 FEP로 전송된다. FEP는 데이터베이스에 센서 데이터를 저장하며, 기준치와 비교하여 이벤트를 발생시키는 역할을 수행한다. 데이터베이스에는 수신된 센서 데

이터, 기준치 평가에 의해 발생된 이벤트 데이터 및 진단에 필요한 각종 자료들이 존재한다.[6]

2.3 전력감시진단종합 시스템 모델

지금까지 전기품질감시 시스템과 설비진단 시스템에 대해서 알아보았다. 살펴본 바 이 두 시스템은 각 도메인에만 맞도록 개발된 독립적인 시스템이다. 실제로 이 두 시스템은 물리적인 요소로 인해 통합의 한계에 부딪힌다. 다시 말해, 데이터를 취득하는 장치가 다르고, 취득하는 방법 또한 다르다. 전기품질감시 시스템은 상위 프로그램이 전기품질 미터(PQM)로부터 직접 통신하여 데이터를 가져온다. 반면, 전력설비진단 시스템은 DAU로부터 취득한 센서 데이터를 FEP로 전송하고, 상위 프로그램은 이 데이터를 가져와서 처리한다. 뿐만 아니라, 두 시스템에서 취득한 데이터의 타입 또한 상이하여 데이터를 통합적으로 관리하기가 어렵다. 그러나 논리적인 관점에서 두 시스템의 구성을 간략화해서 접근해보면, 두 시스템의 구조의 공통점을 추출할 수 있다. 그림 5는 공통 모듈을 도식화한 그림이다. 데이터를 직접 취득하는 장치 모듈, 데이터를 상위 프로그램으로 전송하는 통신 모듈, 취득한 데이터 관리하는 서버 모듈, 그리고 사용자와 직접 인터페이스 하는 MMI⁵⁾ 모듈로 두 시스템의 공통 모듈을 추출할 수 있다.

즉, 전력 계통 감시 제어 시스템의 기반 기술인 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) 시스템의 원리 기술을 도입하여 두 시스템을 통합할 수 있다. 그리고 각 장치 모듈에서 취득한 데이터 또한 포인트(Point)⁶⁾데이터 모델의 형태로 서버 모듈로 전송되고 관리되어 진다.

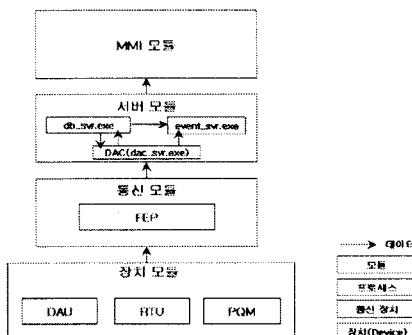


그림 5. 전력감시진단종합 시스템 구성도

2.3.2 전력감시진단종합 시스템 개발

전력감시진단종합 시스템은 포인트 데이터 모델을 도입함으로써 데이터를 통합 관리할 수 있었다. 그래서 전력감시진단종합 시스템의 MMI를 통해 전기품질 데이터값과 설비진단의 센서 값을 동시에 감시할 수 있다. 그리고 장치의 상태 및 데이터 통신 상태, 즉 DAU, PQM, RTU 등 또한 같은 MMI로 장치의 정보를 얻을 수 있다. 더욱이, 전력감시진단종합 시스템에서는 각 시스템의 고유한 진단, 분석 기능을 “전기품질감시 진단”, “전력설비진단”을 실행을 통해 사용할 수도 있다. 즉, 기존 시스템의 MMI 모듈의 재사용을 실현하였다.

그림 6., 그림 7., 그림 8.은 실제 전력감시진단종합 시스템의 운영감시화면이다.

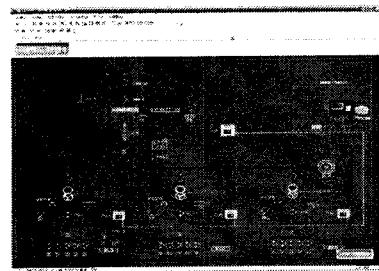


그림 6. 전력감시진단종합 시스템에서 전기품질 감시화면

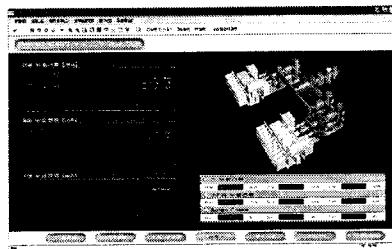


그림 7. 전력감시진단종합 시스템에서 전력설비진단 감시화면

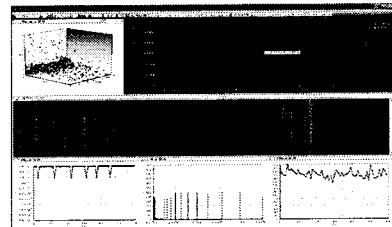


그림 8. GIS PD 진단화면

3. 결 론

과거 전력관련 정보를 처리하기 위해 산재되어 있던 전력시스템들의 통합은 비용측면, 관리측면에서 볼 때 이점이 많다. 이러한 시스템의 통합은 전력 IT 기술의 발달로 더욱 가속화 되고 있다. 본 논문에서는 전기품질감시 시스템과 전력설비진단 시스템의 통합 시스템, 전력감시진단종합 시스템을 소개하였다.

향후, 이러한 통합 시스템을 유지 관리하기 위한 정책이 세워져야 하며, 이러한 시스템은 효율적인 에너지 관리 시스템으로 자리리를 잡을 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 추진부, “전력연구원의 전력 IT 추진현황”, 전기의 세계, 제54권 제4호, pp. 21-26, 2005.
- [2] 박경업, 서정민, 김정배, 장운무, “전력기기 IT화를 위한 기술개발 동향”, 전기의 세계, 제53권 제4호, pp. 37-43, 2004.
- [3] 이봉희, 박순규, “변전소 종합 자동화 기술개발 동향”, 2002년도 대한전기학회 학계학술대회 논문집, pp. 548-550, 2002.
- [4] 김병섭, 신용학, 최종웅, “LS산전의 전력IT사업 추진현황”, 전기의 세계, 제54권 제4호, pp. 35-43, 2005.
- [5] 김영일, 방순정, 한진희, 윤태욱, “전력품질 감시 시스템 개발(1): 전력품질 데이터베이스 설계”, 2003년도 대한전기학회 전력기술부문회 추계학술대회 논문집, pp. 158-160, 2003.
- [6] 남상수, 이석찬, 신용학, “변전소용 온라인 예방진단 시스템”, 2004년도 대한전기학회 전력기술부문회 추계학술대회 논문집, pp. 214-216, 2004.

5) MMI(Man Machine Interface) : 인간과 컴퓨터의 대화 양식을 다양화한 사용자 인터페이스.
6) 포인트(Point) : SCADA 시스템에서 사용하는 데이터 유형으로써 데이터 타입, 데이터 ID(identity), 데이터 값(value)로 구성된다.