

## 도시철도 절연기기 모니터링 기술 현황

박 영, 정 호성  
한국철도기술연구원\*

### Recent Trend on Condition Monitoring Technology of Insulating Machine in Metro

Young Park, Hosung Jung  
KRRI

**Abstract :** This paper consider the condition monitoring technology of electrical machine in metro substation need for efficient and effective management and diagnosis. Developing management system using condition monitoring system is very competitive field, and still to a great extent seen as an unnecessary cost. There are several approaches to maintenance management in urban transit such as reliability-centered maintenance, availability-target maintenance and preventive maintenance to advanced approaches involving condition monitoring techniques. In this paper we give a brief introduction to condition-based management and diagnosis in metro substation and which management system satisfying various demanding in railway.

**Key Words :** urban transit, condition-based management

## 2. 도시철도 절연기기 모니터링

### 1. 서 론

현재 도시철도 전력설비의 진단시스템은 각 설비별로 산재되어 있어 종합적 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 시스템 구축이 필요하다. 특히 전력설비 고장을 사전에 검출하고 최적의 수명을 예측하기 위해서 표준화되고 객관적인 상태 판단을 위한 시스템 도입이 필요하다. 전력회사의 경우 변전소가 무인으로 운영됨에 따라 전력설비 자체의 온라인 상시감시 및 자기진단을 수행할 수 있는 다양한 시스템을 도입하고 있고 전력설비 유지보수를 위해서 초기에는 고장발생시 교체하는 사후보수(BM : Breakdown Maintenance)에서 정기적인 주기점검을 통해 보수하는 예방보수(TBM : Time Base Maintenance)와 설비별 보수활동 주기를 정하여 보수하는 CBM(Condition Base Maintenance)로 발전해 왔으며 최근에는 정보기술을 활용한 CMMS(Computerized Maintenance Management System)로 발전하고 있다. 본 논문에서는 도시철도 전력설비의 예방진단 및 수명예측을 통해 사고를 예방하고, 최적의 교체시기를 지원하기 위한 도시철도용 전력설비 수명예측 시스템 개발 및 현장 적용에 관한 기술적 동향과 기술과 시스템개발을 위한 세부 기술을 나타내었다.

철도시스템에 적용된 진단관련 시스템은 변압기, GIS가 주를 이루고 있다. 특히 설치된 진단시스템의 통신 구성은 변전설비 운영의 자동화에 따라 구분소 혹은 보조구분소 단위의 전력설비들이 무인으로 운영되므로 진단 장치들도 구분소 이하의 장치는 무인으로 하고 변전소 단위에서 감시를 수행할 수 있도록 기존의 진단설비가 구성되어 있으며 현재의 유사 시스템 구성도를 그림 1에 나타내었다. [1] 최근 국외 전력설비 모니터링 기술은 일본의 경우 변전소 전체를 대상으로 감시제어 시스템, 예방진단 시스템을 개발하여 적용하는 등, 변전소 운영자원을 위한 자동화 시스템에서 있어서 가장 활발한 연구와 적용을 진행하여 왔다. 특히 1970년대부터 변압기의 이상 징후를 운전 상태에서 변전소의 무인화, 자동화 입장에서 이상검출 기법을 활발히 연구하여 왔으며, 1980년대 중반에 변전소의 무인화, 자동화 입장에서 이상검출 기법을 종합한 예방진단 시스템을 Hitachi, Toshiba, Mitsubishi, Fuji, Nissin 등 중전기 제작사별로 각각 개발하여, 변전기기 납품 시에 같이 공급하고 있으며 변전소의 중요도에 따라 이상검출 기술을 선택하여 적용하고 있다. 최근 ABB사는 REO 517 (Protection and Control Terminal for Railway Power System)을 개발하였는데 상기 터미널은 전차선, 조가선 및 전력설비의 보호 뿐만 아니라 모니터링 기능까지 포함되어 있다. 일반적인 보호 계전기와 동일하지만 멀티기능을 추가하여 개발한 제품으로 여러 개의 장비에

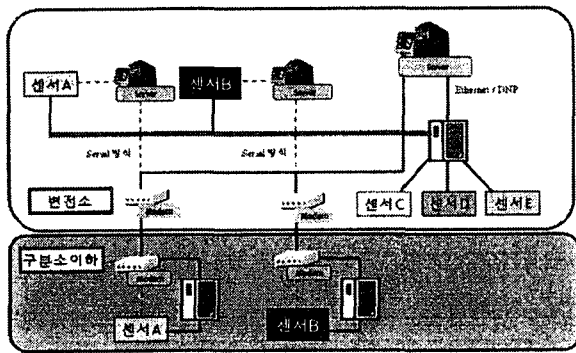


그림 1. 군포변전소 진단장치 구성도 [1]

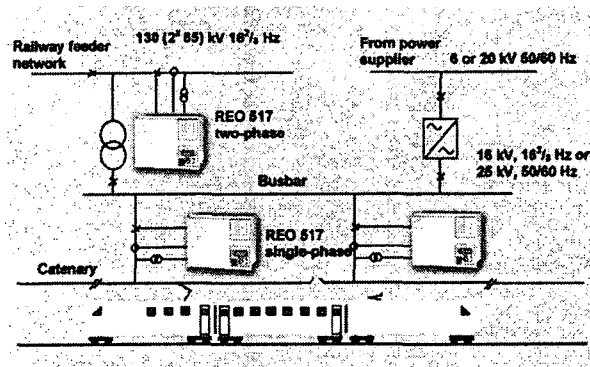


그림 2. ABB사의 REO 517 시스템 계략도 [2]

호환이 가능한 시스템으로 전력 설비 모니터링을 위한 진단 기능은 포함하지 않고 있지만 IEC 60807 데이터 전송 프로토콜 이용하며 전압, 전류, 주파수 등 모니터링에 따라 활용성 증가로 네트워크 기반의 모니터링 시스템 발전의 가능성을 보이고 있으며 그림 2에 시스템 구성을 나타내었다.

### 3. 전철·전력 설비 종합 정보시스템 구성

새로운 개념인 e-Automation 즉 e-자동화는 리버풀 대학에 의해 개발된 이후 설비 자동화를 위한 새로운 세대를 위한 개념의 정으로 자리 잡았다. 이 시스템은 다양한 분산시스템의 상태모니터링, 실시간 제어 및 운용을 위한 네트워크 및 에이전트 기술을 말하는 것으로 현재 e-Automation 랩을 중심으로 연구개발이 진행 중이다. 상기와 같은 IP 기반 혹은 IEC 61850 기반의 전력설비 진단 시스템은 이러한 e-자동화를 위한 단계로 철도에 적용할 경우 IED가 필수적이고 전차선로 등과 연계하기 위해서는 무선기반의 에이전트 기술이 필수적이다. 그림 3에 전철·전력 설비를 고려한 종합 정보시스템 구성(안)을 나타내었다. 전기설비 진단을 위한 네트워크 운용은 하드웨어와 인터페이스로 구분되며 철도 시스템의 경우 변전소와 전차선로에 구분을 두어 각 시스템을 운영하여 이를 모니터링 하여 서버에 저장하고 유지보수를 위한 데이터 시스템에 저장하여 종합 정보 시스템을 구성할 수 있다. 도시철도 절연기기의 모니터링은 현재는 Remote Terminal

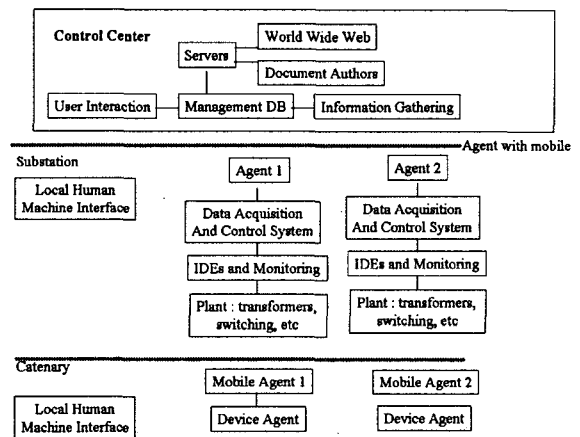


그림 3. 전철·전력 설비를 고려한 정보 시스템

Units (RTU)가 각 센서의 정보를 입력받아 이를 Substation Control System에 보여주고 있는 구성으로 되어 있다. 이러한 시스템의 하나의 센서나 컨트롤을 위해 구성되었지만 종합정보시스템에서는 하나의 에이전트 시스템에 수십개의 입/출력 채널을 갖고 있으며 제어와 모니터링을 동시에 할 수 있다. 특히 현재 상태 모니터링을 위해 개발된 다양한 형태의 센서 및 제어시스템은 현재의 시스템에 접합하여 동시에 모니터링 하는 것이 어려워 새로운 체계의 모니터링을 위한 네트워크 베이스의 종합 정보 시스템이 필요하다.

### 4. 결론 및 향후과제

철도 전기시설물의 상태진단을 위해 도시철도 절연기기 모니터링 필요성에 관하여 기술하였다. 철도 전기시설물의 상태진단 기법 향상을 위해 전력 설비의 핵심 장치에 각각 IP를 부여하는 IP-based Network 시스템 구축 시 고려사항을 기술하였다. 또한 독립적인 상태진단을 위해 구축된 시스템을 종합시스템으로 구축하기 위한 자동진단 시스템 구축에 관한 기본 개념을 기술하였다. 전기시설물의 종합 정보시스템은 기존의 SCADA 시스템을 대체하고 나아가 전차선로까지 실시간 모니터링 하여 이를 유지보수에 활용하는 방향으로 나아가야 하므로 표준네트워크 기술 및 전송기술에 관한 다양한 연구가 필요하며 변전소 내부의 상태진단시스템을 종합하고 표준화할 필요가 있겠다.

#### 감사의 글

본 연구는 국토해양부 도시철도표준화 2단계연구개발사업의 연구비지원 (08도시철도표준화A01)에 의해 수행되었습니다.

#### 참고 문헌

- [1] 구매조건부신제품개발사업 전철전력기기 진단기법 (시스템) 최종보고서, 2006, (주) 태광이앤시
- [2] REO 517 제품 설명서, 스웨덴 ABB사, 2007