

전력IT기반 전기안전 감시시스템 설계

이상익, 전현재, 김기현, 배석명
전기안전연구원

Design of Electrical Safety Monitoring System on Electrical Power IT Basis

S.I Lee, H.J Jeon, G.H. Kim, S.M. Bae
Electrical Safety Research Institute

ABSTRACT

전기설비에서 전기안전을 확보하기 위해 전기설비의 전압, 전류, 절연저항, 누설전류 등을 직접 측정하고 관리하려면 시간과 비용이 많이 소요된다. 최근 전력 IT기술들의 발전과 활용이 증가하고 있는데 이러한 기술들을 전기설비 전기안전 관리에 적용할 경우 운영 및 유지보수의 효율성과 전기안전을 확보할 수 있다. 따라서 전기설비의 효율적인 관리와 전기안전을 확보하기 위한 전력 IT 기반 전기안전감시시스템을 설계하여 활용하고자 한다.

1. 서론

급격하게 발전하고 있는 IT기술과 더불어 전력 IT관련 제품 및 상품들의 출시가 속속 이어지고 있다. IT기술을 접목한 기기들과 제품들은 우리의 생활을 더욱 편리하게 만들고 있다. 불특정 다수인이 이용하는 전기제해 취약장소의 경우 일관된 지휘체계를 갖는 재난대응이 불가능하고 재난발생시 사고 규모도 다른 시설에 비해 크기 때문에 소방법과 전기사업법에서는 별도의 재해예방대책을 수립하고 있다. 전기의 이상에서 발생하는 전기에 의한 화재, 감전 등과 같은 재해는 그 징후가 비가시적으로 다른 재해에 비해 인지가 어려워 상시 감시할 필요성이 있고, 전기설비의 고장이나 열화에 의해 발생하는 현상에 대하여 일상적인 방법으로는 절연저항, 누설전류외에는 상시 측정의 어려움이 있으므로 이에 대한 기술개발이 필요하고 현행 사후관리 전기안전관리시스템의 한계를 극복하기 위한 사전 예방 차원으로 전환하기 위한 기술개발이 필요하다. 따라서 접촉 불량, 아크, 누전, 과부하, 전력감시 등을 종합적으로 할 수 있는 배분전반, 배선, 콘센트에서의 감지기술을 통합하는 USN 기반 센서를 토대로 IT 기반 전기안전 감시시스템 개발이 필요하고 전력설비에 IT기술을 적용할 경우 운영, 유지보수의 비용절감과 설비운용의 효율성을 가질 수 있다.

본 논문에서는 국내외 전기안전과 관련된 감시시스템 등의 기능과 구성에 대하여 살펴보고, 전력IT를 기반으로 하는 전기안전감시시스템에 대한 개념 및 설계에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 본론

2.1 국외의 전기설비 보호 및 감시시스템

국외에서도 전기안전을 위한 통합 감시 및 분석시스템이 개발된 사례는 없지만 전력감시 및 전력자동제어시스템 등에서 감시 및 분석시스템들이 적용되고 있다. 전력감시시스템에서는 일반적으로 과전압, 과전류, 고조파 등의 측정에 의한 정전사고 예방에 주력하고 있으며 측정기술로는 아날로그 측정값의 디지털화 기법에 의한 데이터 취득 및 측정기술 등을 활용하고 있으며 온도, 전압, 전류 등 여러 가지 측정데이터에 대한 PC와 연계기능 정도를 수행하고 있다. 미국의 경우 전기안전을 위해 아크검출차단장의 설치와 관련하여 법제화 준비작업을 1994년부터 조사에 착수하여 UL에서 "아크, 스파크관련 기준"을 1999년 2월 처음으로 발간하여 아크, 스파크에 관련된 설계기술과 사용자 측면에서 기준을 제시하여 그림 1과 같은 AFCI를 활용하고 있다^[1].



그림 1 미국의 AFCI(arc fault circuit interrupter)
Fig. 1 AFCI of United States

또한, IT를 빌딩운영 제어시스템에 접목하여 그림 2와 같이 빌딩운영 제어시스템(BOC)를 개발하여 빌딩을 군으로 관리운영하고 있다.

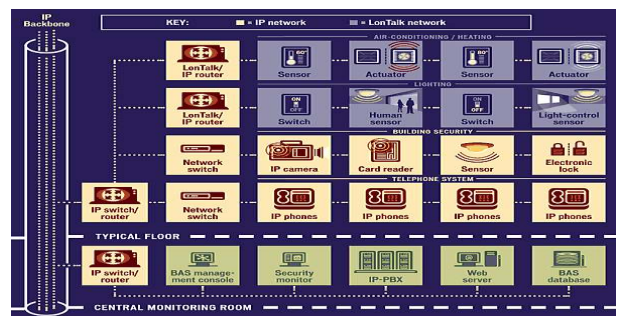


그림 2 빌딩운영 제어시스템
Fig. 2 Building operation control system

일본에서는 전기설비의 열화상태를 상시감시하고 있는 시스템을 전기보안협회 등에서 점검업무의 효율화 및 설비보전 기반 향상을 목적으로 시작하였다. 관서보안협회는 기존의 오프라인 진단에 온라인 진단을 도입하여 병행 시행하고 있다. 설치 제품은 대부분 자체적으로 개발하여 위탁생산으로 상품화에 적용하고 있다. 또한 일본 테크노에서 관리중인 다중이용시설의 원격 전기설비 열화감시시스템인 ES시스템의 경우 원격감시를 위하여 무선 단말기를 이용하고 있다. 또한 Hitachi에서는 그림 3과 같이 하드웨어에 HF-W를 사용하여 24시간 연속적인 운영이 가능하게 하였고 독립분산시스템을 운영소프트웨어로 사용하고 있다.

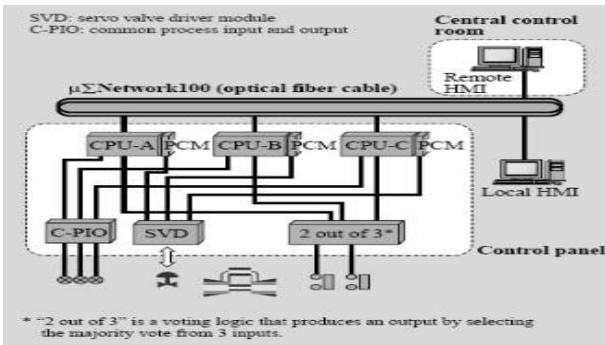


그림 3 Hitachi의 HMI 시스템
Fig. 3 HMI system of Hitachi

관서전기보안협회는 기존 오프라인 진단에 온라인 진단을 도입하여 병행 시행하고 있다. 그림 5는 실제 설치되어 적용되는 감시장치로 저압설비의 누설전류를 상시감시하는 장치로 설정치 이상이 되면 중앙감시수신센터로 자동적으로 통보가 되어 설비를 감시하는 시스템이다^[2].



그림 4 Kyokuto Eletech 네트워크 구성도
Fig. 4 Network diagram of Kyokuto Eletech

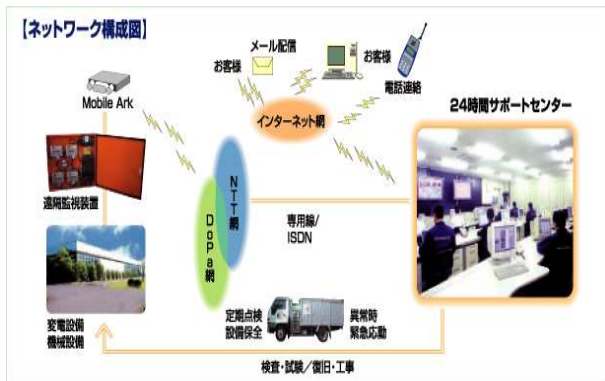


그림 5 Kyokuto Eletech 네트워크 구성도
Fig. 5 Network diagram of Kyokuto Eletech

국동 Eletech에서는 온라인 감시시스템을 저압설비 뿐만 아니라 고압설비에도 적절히 사용하고 있었다. 정전, 누설전류, 온도 등을 웹을 통해 원격으로 그림 7과 같이 구성된 네트워크를 통해 감시를 하고 있으며 원격감시장치로부터 이동통신기술을 통해 NTT망 또는 Dopa망을 통해 ISDN 등의 전용선을 이용하여 정보가 24시간 감시되고 관리되고 있다.

2.2 국내의 전기설비 감시시스템

국내의 감시시스템 현황을 살펴보면 시장환경이 크게 활성화 되어 있지는 않다. 대부분 홈 네트워크를 겨냥한 사업으로 가정 내의 가전제품 및 조명제어 등을 하나의 네트워크로 묶어서 서비스를 제공하고 있는 실정이다. 전기설비 관련 현황을 살펴보면 국내에서는 일부 업체에서 수배전설비에 감시기능을 접목한 시스템을 제공하고 있다. 이 시스템은 기존 기업 내의 인터넷 망을 이용하여 전력설비를 원격 감시 하는 것으로 그림 6과 같이 구성되어 있다. 기능으로는 일일, 주간, 월간 단위의 보고서 출력, 전력품질, 전력 DB측정 등의 서비스를 제공하고 있는 것으로 나타났다.



그림 6 국내 전력감시 시스템
Fig. 6 Domestic power monitoring system

저압설비에서는 전기화재 예방을 위하여 스파크 발생시 통신선로를 통해 경보를 통보하는 방식의 스파크 경보장치를 분전반 부하측에 설치하는 기술이 개발되어 판매되고 있다. 이 스파크 경보장치는 분전반 부하 측에 설치하여 스파크 발생시 통신 선로를 통해 경보를 통보하는 방식으로 이상 상태 판단시 표시램프를 작동하거나 점점형태의 출력을 제공하도록 되어 있다. 이는 스파크 감시 기능을 가지고 있지만 전기설비의 열화에 의해 발생하는 부분방전 신호와 누설전류, 절연저항 등의 감시 및 종합 분석 기능은 갖추지 못한 상태에 있다.

국내에서는 온라인 상시감시기능을 갖는 제품의 표준화 미흡과 국내 보급시스템 가격의 고가로 인해 시장형성이 미진하여 국내의 폭넓은 적용이 이뤄지지 못하고 있다. 또한 대규모 설비의 구내변전소 감시용 및 중소규모 수전설비의 안전관리 업무의 보조수단으로 이용되고 있는 상태로 시장형성 또한 미진한 상태에 있다.

2.3 전력 IT 기반 전기안전감시시스템 구성

현재 발전하고 있는 전력IT 기술을 이용하여 저고압 설비의 전기안전을 확보하기 위해서는 수배전반의 구성요소인 고저압 차단기 및 스위치 등의 주요 개폐기 및 차단기의 트립 상태를 파악하고 저압 배전반의 전력상태 및 트립 상태 등을 파악하여 원격으로 감시할 수 있는 시스템을 구성하여야 한다. 따

라서 개폐기 및 차단기의 개폐상태, 실시간 누설전류 및 활선 상태에서 절연저항 값을 계측하고 아크, 누전, 과부하 등을 종합적으로 감시하고 관리할 수 있는 전력IT기반 전기안전감시 시스템을 개발하고자 한다. 전기안전감시시스템의 수배전반에서는 그림 7과 같은 구성을 통하여 수배전반에서 발생하는 아크를 전압과 전류센서를 활용하여 아크검출부에서 아크, 고조파, 특징벡터 등을 추출하여 감시시스템의 제어부로 데이터를 전송하여 수배전반 제어부에서 전기설비의 전기안전을 감시 및 처리하고 데이터를 상위의 서버로 전기안전 데이터가 전송되도록 시스템을 설계하였다.

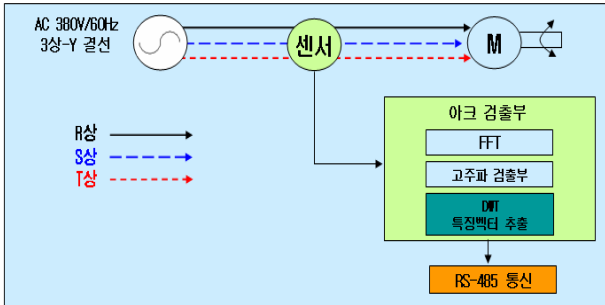


그림 7 아크검출 구성도
Fig. 7 Block-diagram Arc

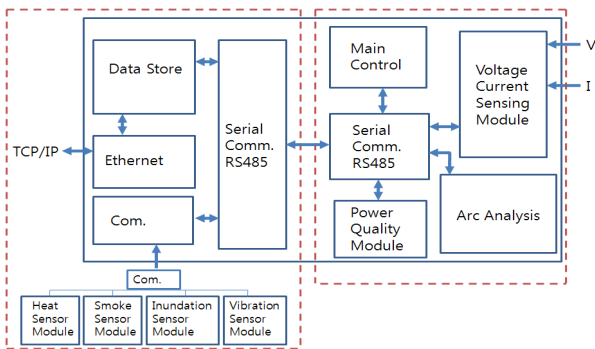


그림 8 저압 분전반 전기안전감시시스템 구성도
Fig. 8 Electrical safety monitoring system block-diagram of low voltage panel board

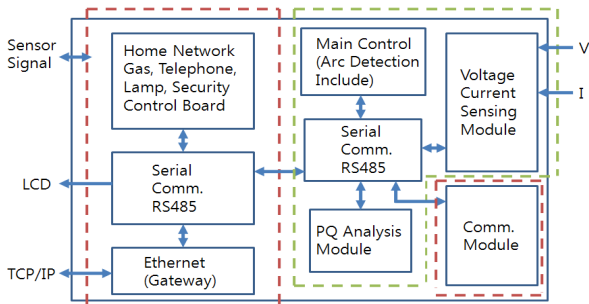


그림 9 홈분전반 전기안전감시시스템 구성도
Fig. 9 Electrical safety monitoring system block-diagram of home panel board

저압분전반에서의 전기안전감시시스템은 그림 8과 같은 구성을 가지며 분전반 내에 설치된 차단기에 연결된 부하설비에 대해서는 전압, 전류센서를 활용하여 아크검출, 누전검출, 전원 품질 등을 감시하고, 무선 센서를 활용하여 진동, 연기, 열 등

을 감지하여 저압 분전반에서 배선 및 부하설비 등에 대한 전기안전을 확보하고 저압 분전반의 데이터는 상위 서버로 전송하여 관리할 수 있도록 설계하였다. 또한 가정에서의 전기안전을 확보하기 위하여 유무선 센서를 활용하여 홈분전반에 그림 9와 같은 구성을 통하여 홈 분전반 배선과 사용 부하에 대한 전기안전을 확보하기 위하여 전압, 전류, 전등, 아크 등을 상시 감시 및 판단 처리하고 데이터를 서버로 전송하여 관리할 수 있도록 시스템을 설계하였다.

3. 결론

전기를 수전 받는 수배전반에서부터 저압 분전반, 홈 분전반 까지 유무선 센서를 활용하여 전기안전요소를 감시하는 시스템을 전력IT를 기반으로 전기안전감시시스템을 설계하였다. 또한 전력IT를 기반으로 하는 전기안전감시시스템은 전기설비에서 발생하는 누설전류, 아크고장, 과전류 등의 다양한 신호들을 수배전반과 분전반에서 게이트웨이를 통해 전기안전 통합 관리서버로 데이터를 전송하여 종합적인 전기안전 감시 및 관리가 가능하도록 설계하였다. 이와 같이 전력IT를 기반으로 하는 전기안전감시시스템을 개발하게 되면 수전부터 말단 부하까지 전기재해의 위험성을 감시하고 관리하게 되므로 전기재해 예방효과가 클 것으로 판단된다. 또한, 전력IT기반 전기안전감시시스템 개발은 전기설비의 운영효율성을 향상시키고, 전력사용의 절감과 감시 및 진단시스템 산업의 발전에도 기여할 것이며 전기안전을 위한 고장검출기술과 분석 등의 발전된 기술과 유무선 통신기술, 전력IT가 융합되는 시스템으로 시대적 흐름에 부응하고 부가가치 창출과 국내 개발기술향상과 관련 산업의 활성화가 이루어질 것으로 예상된다.

이 논문은 에너지·자원기술개발사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

참고 문헌

- [1] "AFCIs" <http://www.arcadvisor.com/afci.html>
- [2] "Network 構成圖", <http://www.kyokuto.co.jp>