

## 배전용 변압기의 온라인 감시 및 진단 시스템에 관한 연구

최도혁\* · °윤용한\*\* · 김영춘\* · 민경래\*\*  
\*한국건설기술연구원 · \*\* (주)테크빌

### A Study on the On-Line Monitoring and Diagnostic System of Distribution Transformers

Do-Hyuk Choi\* · °Yong-Han Yoon\*\* · Young-Chun Kim\* · Kyeoung-Rae Min\*\*  
\*KICT · \*\*Techvill Co., Ltd.

**Abstract** - This paper suggests the system which monitors and diagnoses the distribution transformers. Moreover, this paper has established the system for the multi diagnoses by all the informations. Through the proven oil sensor, the oil temperature, capacitance and  $\tan \delta$  could be measured throughly, and followed by these informations, detected problems of the distribution transformers, using wireless data communication, could directly reported to the main host. For this, the proposed system is divided into sensor part and controller part. To prove the usefulness of the system, the paper compared and analyzed the system with the existing one, and after studying the correlation of the both, the result proved its goodness.

료 수집 시스템, 원격 제어 시스템)(4-5) 등이 상부에 탑재된다. 센서 상단에 탑재된 아날로그 제어부는 진단용 위상 검출(유전정접 측정) 제어와 감시용 교류 브리지(정전 용량 측정) 제어의 역할을 수행한다. 유중 열화 측정 센서의 상부는 감시용 교류 브리지 회로와 연결되어 있어 배전용 변압기의 절연 유위 변화에 대한 신호를 측정하는데 사용된다. 센서의 하부에서는 진단용 위상 검출 회로의 제어에 따라 유전정접을 측정하여 절연유의 열화 상태를 진단하게 되고, 변압기 내부에 수분이나 슬러지가 발생한 경우 유전정접 측정값이 현저히 변화하므로 단락 및 슬러지 상태를 평가하는데 사용할 수 있다. 즉, 유중 열화 측정 센서의 상단에 감시 및 진단 시스템을 탑재한 형태로 변압기 내부로 들어간 센서의 구조는 상부와 하부로 나누어져 있으며 변압기 절연유의 온도 및 유위를 측정하여 변압기 감시와 유전정접을 측정하여 배전용 변압기 진단을 가능하게 하는 구조로 되어 있다.

## 1. 서론

전력 계통의 말단에 위치한 배전용 변압기는 부하량이 불규칙적으로 변하고, 때로는 과부하가 자주 나타난다. 이러한 요인들은 배전용 변압기의 과열 현상 등을 일으키고 열화를 촉진하여 결과적으로 절연 파괴에 따른 정전 사고를 유발하여 수용가에 직접적인 피해를 준다. 따라서, 배전용 변압기의 원활한 운용과 신뢰성을 확보하기 위해서는 배전용 변압기의 상태를 온라인으로 감시하는 것과 상호 보완적인 형태의 다양한 방법으로 진단하는 것이 바람직하다[1-3].

본 논문에서는 배전용 변압기의 온라인 감시 및 진단을 위한 시스템을 개발하였으며, 효율적인 감시 및 진단을 위하여 유중 열화 측정 센서를 개발하였다. 배전용 변압기를 온라인으로 감시 및 진단하는 방법은 센서를 통한 절연유의 온도 및 정전 용량 측정과 유전정접 측정법을 이용하였다. 또한, 유전정접을 효율적으로 측정하기 위하여 위상 검출 방식을 이용하였다. 이를 위하여 본 논문의 시스템은 배전용 변압기에 부착되어 있는 일체형의 센서부와 이를 양방향으로 제어할 수 있는 제어 회로부로 구성되어 있다.

## 2. 감시 및 진단 시스템

배전용 변압기는 과부하 등의 영향으로 소손 및 폭발 사고의 우려가 있으므로 변압기의 상시 감시가 필요하다. 그러나 상시 감시에 앞서 다수의 배전용 변압기를 대상으로 하기 때문에 점점 및 수리하는데 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 배전용 변압기의 사고를 미연에 방지할 수 있고, 쉽게 관리할 수 있는 상시 감시 및 진단 시스템을 개발하였다.

배전용 변압기의 내부에는 감시 및 진단용으로 유중 열화 측정 센서가 삽입되고, 분석 회로부(아날로그 제어부, 디지털 제어부) 및 송수신부(통신용 모듈 : 무선 자

### 2.1 상시 감시 및 진단 시스템의 구성

감시 진단 시스템의 아날로그 제어부는 열화 측정 시스템과 유위 측정 시스템 및 디지털 제어부와 연결을 위한 회로로 구성되어 있다.

열화 측정을 위한 위상 검출 시스템은 센서의 하부에서 측정된 신호를 유전정접 값으로 환산, 처리하여 배전용 변압기의 진단 정보를 제공한다.

유위 측정을 위한 교류 브리지 회로는 센서의 상부에서 측정된 신호를 정전 용량으로 환산, 처리하여 배전용 변압기의 절연유 유위 정보를 제공한다. 아날로그 제어부로부터 측정된 감시 정보와 진단 정보는 연결 회로와 유선 케이블을 통하여 디지털 제어부로 전송된다.

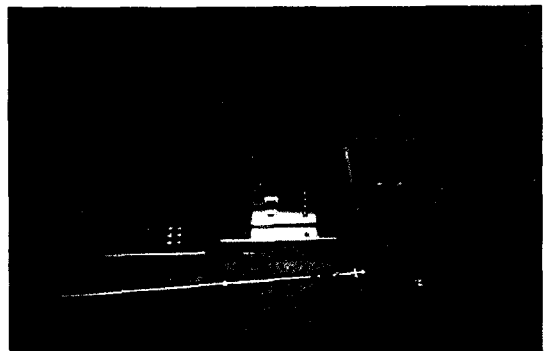


그림 1. 상시 감시 및 진단 시스템

디지털 제어부는 아날로그 회로에서 소비되는 전력을 공급하여 주고, 감시 및 진단 대상인 배전용 변압기의 정보를 유선 케이블을 통하여 전송 받는다. 전송된 신호는 디지털 제어부에서 A/D 변환 및 내부 계수기에 의해 유전정접 및 정전 용량으로 계산되어 내부의 기억 시스템에 일정 기간 해당되는 배전용 변압기의 상태를 기

록한다. 저장된 자료는 감시 및 진단의 대상이 되는 배전용 변압기의 환경에 따라 무선 통신 방식을 이용하여 배전용 변압기의 관리 번호와 함께 진단 정보와 감시 정보를 관리자에게 전송하여 준다.

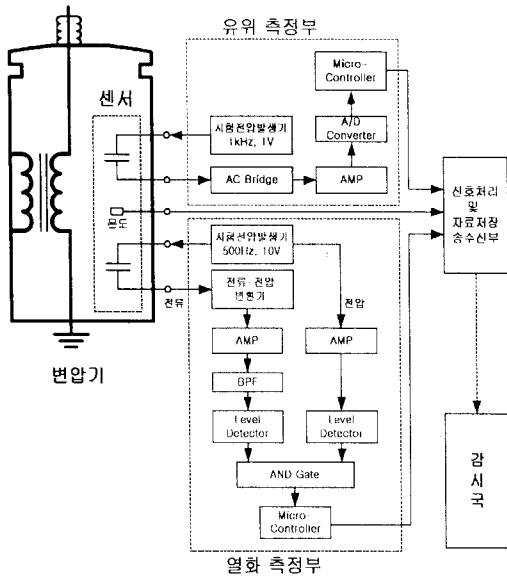


그림 2. 상시 감시 및 진단 시스템의 블록도

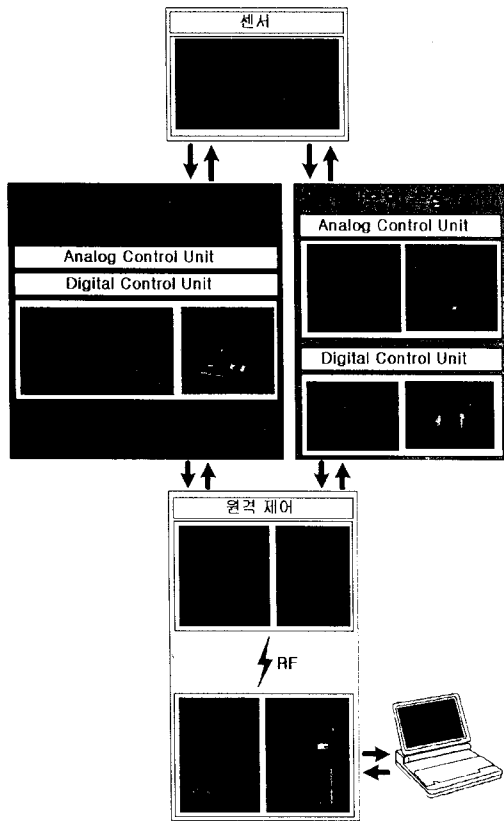


그림 3. 상시 감시 및 진단 시스템의 구성도

원격 제어부는 무선 통신 방식을 이용하여 배전용 변압기의 정보를 취득하는 장비로서, 현장에서 직접 배전용 변압기의 상태를 판별할 수 있는 기능과 감시국에 무선 통신을 이용하여 배전용 변압기의 감시 및 진단 정보를 전송하여 준다. 또한, 원격 무선 시스템은 전송 받은 자료를 표시장으로 현재의 배전용 변압기의 상태를 표시하여 준다. 즉, 열화 측정 시스템에 의한 절연유의 열화 정도를 나타내는 유전정점, 유위 측정 시스템에 의한 배전용 변압기 절연유의 유위 변화를 나타내는 정전 용량 및 절연유의 온도를 표시하여 준다.

본 논문에서 구현한 배전용 변압기의 감시 및 진단 시스템의 전체 모습은 그림 1과 같으며, 각 시스템의 구성 블록도는 그림 2와 같고, 진단 시스템의 구성도는 그림 3과 같다.

### 3. 결론

배전용 변압기의 감시 및 진단 시스템은 상시 절연유의 온도 및 정전 용량 검출에 따른 경향 분석으로 이상 상태로 판정되면 절연 진단을 수행할 수 있도록 구성하였다. 또한, 초보자라도 손쉽게 정확한 분석이 가능하도록 열화 진단 내용을 상시 감시하고, 무선 통신화하였다. 전체적으로 본 논문에서 개발한 배전용 변압기의 감시 및 진단 시스템은 저가의 정보 통신 설비를 이용하여 정확도는 다소 떨어지지만 사용하기에 편리한 시스템으로 구성하였다. 그 내용을 정리하면 다음과 같다.

- (1) 배전용 변압기의 내부에서 유중 열화 측정 센서로 측정된 각종 자료는 아날로그 및 디지털 회로 제어부에서 해석하게 된다. 이때, 측정되는 자료는 절연유의 온도, 절연유 유위 측정을 위한 정전 용량 및 절연유의 유전정점이다.
- (2) 일반적으로 절연유를 판정하는데 가장 많이 사용하는 유전정점을 검출하기 위해 하드웨어·소프트웨어적으로 매우 간단한 간이 측정 방식인 위상 검출 방식을 제안하였다.
- (3) 배전용 변압기로부터 변압기 상태에 관련된 정보를 무선 통신을 이용해서 손쉽게 진단할 수 있는 통신 프로그램을 개발하였다.
- (4) 초보자라도 신뢰성 있는 진단을 수행할 수 있는 배전용 변압기 감시 및 진단 시스템을 구축하였다.

이상의 연구를 종합해 볼 때 본 논문에서 제시한 배전용 변압기의 감시 및 진단 시스템은 최근에 빈번하게 발생하는 배전용 변압기의 사고 상황에서 국내 실정에서 꼭 필요한 시스템이라고 생각된다. 그러나 본 논문에서 사용하고 있는 감시 및 진단 시스템은 실험실에서 운용된 것이고 기존의 자료 분석 수준에서 이루어진 결과이기 때문에 현장의 배전용 변압기에 설치하여 종합적인 감시 진단이 가능한 지 확인 및 보완하는 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것이다.

### (참 고 문 헌)

- [1] Y. H. Yoon et. al., "Development of A Deterioration Diagnosis Device for Pole Transformer Using signal Processing and wireless communication," *IEEE Power Engineering Society 2000 Summer Meeting at Seattle, Washington, USA.*, Submitted, July 16-20 2000
- [2] 電気學會, 電氣設備の診断技術, オーム社, pp. 84-89, 1988.
- [3] 月岡 淑郎, "油入變壓器の外部診断技術," *オーム誌*, 四月號, pp. 40-44, April 1987.
- [4] 고대식, 전자응용회로집, 도서산업사, pp. 174-210, 1991.
- [5] 정혜선, 노이즈 방지와 대책, 성안당, pp. 57-64, 1991.