

수배전반 설비의 고장 예측 시스템: 하드웨어 설계 및 구현

*김동식¹, 조상영², 정범진¹

¹한국의국어대학교 전자공학전공, ²한국의국어대학교 컴퓨터공학전공

e-mail : *dskim@hufs.ac.kr*

Error Prediction System for Distribution Feeders: Hardware Design and Its Implementation

*Dong Sik Kim, Sang-Young Cho, Beom-Jin Chung
School of Electronics and Information Engineering
Hankuk University of Foreign Studies

Abstract

In this paper, an error prediction system for the distribution feeders is designed and implemented. In order to monitor the signals of voltages, currents, temperatures, and sounds, and then analyze the signals, an ARM9-based processor board is used and numerous programmable gain amplifiers, temperature sensors, filters are implemented based on a low single voltage system.

I. 서론

전력 수배전반은 한전으로부터 공급되는 3상의 22,000V의 고전압을 건물에서 사용할 수 있도록 3상의 220V의 전력으로 변환시켜주는 시스템으로, 22,000V 차단기, 고전압 변류기(CT)와 변압기(PT), 3상 변압기로 구성되어 있다. 또한 이러한 시스템의 효율적인 제어를 위하여 온도 검출, 220V 단에서의 CT/PT 회로, 차단 제어를 위한 제어기와 UPS 및 비상 전원 장치들이 추가로 구성되어 있다. 수배전반에서 어떠한 문제가 발생시 문제의 확산을 막기 위하여 전기를 차단할 수 있는 제어 장치는 있지만, 일반적으로 어떠한 문제가 발생할지를 감시하는 시스템에 대한 연구는 매우 중요하면서도 그러한 시스템의 설계가 쉽지 않아 주로

수동 제어 장치에 의존한다. 또한 수배전반의 상태나 열화에 의한 성능 감소로 인한 문제 발생의 위험성이 올라가는 것을 현재는 예측할 수 있는 방법이 없다[1].

본 논문에서는 다양한 설비 및 기기로 구성된 전력 기반 시스템의 노후화 등에 따른 진행성 열화 고장에 대한 이상 징후를 실시간으로 모니터링하여 설비의 고장에 따른 사고를 미리 예방할 수 있도록 하는 고장 예측 시스템(EPS: error prediction system)의 설계 및 구현에 대해서 기술하고자 한다. EPS는 수배전반 시스템 내부의 다양한 상태를 센싱하여 이 정보를 분석하여 고장을 일으킬 수 있는 상태를 파악하여 운영자에게 경고를 알린다. 개발되는 시스템은 순차적으로 센서들에 정보를 입수하여 이를 분석하도록 동작한다.

II. 본론

본 EPS의 구성은, 고장 예측을 위한 알고리즘을 돌리며 전 시스템을 제어하는 중앙 제어부와, CT(변류기) 및 PT(변압기) 등으로부터 전류와 전압 신호를 받아서 중앙 제어부로 넘기는 센서부, 그리고 사용자와의 연결부로 나뉜다. 본 기기의 구성을 그림 1에 도시하였다. 각 부분에 대하여 개략적으로 정리하면 다음과 같다.

1. 중앙제어부

중앙제어부는 ARM9를 코어로 가지고 있는 프로세

서로 구성되어 있는 제어 보드가 담당하는데, 일반 입출력 포트들과 LAN, ISO232S, USB 통신 등이 가능하다.

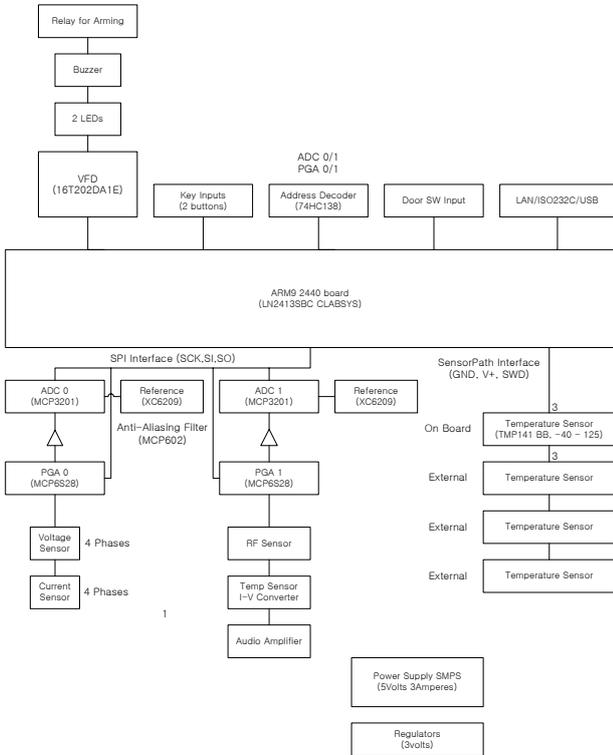


그림 1. 수배전반 설비용 고장 예측 시스템(EPs)의 구성도

2. 센서부

센서부는 Y 결선이 되어있는 3상 전류의 측정과 중립 전류 측정을 위한 4개의 CT와, 3상 전압과 중립의 전압 측정을 위한 4개의 PT, 음파와 전자파 측정을 위한 증폭기, 온도 측정을 위한 센서와 I-V(전류-전압) 변환부 등과 이러한 아날로그 신호를 디지털신호로 변환하기 위한 AD 변환기(ADC)들로 구성된다. 그밖에 수배전반 시스템의 문이 열린 상태를 감지하는 도어 센서가 있다.

CT 및 PT에서 오는 전류 신호를 우선 전압 신호로 변환시키고 가변 이득 증폭기(PGA: programmable gain amplifier)를 이용하여 증폭을 한다. PGA는 8개의 입력을 받아 재분배하고 증폭기 이득이 프로그램으로 제어 가능한 증폭기가 SPI 연결을 통하여 제어된다. 증폭된 신호는 AD 변환되기 전에 anti-aliasing 필터를 통과하여 ADC에 입력된다. ADC를 비롯한 아날로그 회로는 단일 전원으로 작동되며 작동 전압은 3.0V 이고, 최대 변환 속도는 약 50ksps 정도가 된다.

음파 센서는 콘덴서 마이크로부터 오는 신호를 증폭하여 수배전반 내의 이상 음파를 감지하기 위한 것으

로, 증폭된 신호는 CT 및 PT의 경우와 마찬가지로 두 번째 그룹의 PGA, anti-aliasing 필터, ADC를 거쳐서 중앙제어부로 들어간다. 이때 RF 센서의 경우는 증폭은 음파의 경우와 유사하나, 그 기능은 연구와 실험을 통하여 보다 구체적으로 정의될 것이다.

온도센서는 두 가지 부류로 나눌 수가 있다. 첫 번째는 IC 내부에 온도센서와 ADC까지 모두 가지고 있어서 온도 데이터를 디지털 데이터로 출력하는 형태를 가지고 있는데, SensorPath™이라는 통신 형태로 최대 네 개까지 접속할 수 있다. 그중 하나는 EPS의 중앙제어부의 보드에 있어서 본 기기의 온도를 측정하며, 외부로 3개까지 연결할 수 있다. 두 번째 부류는 변압기 내부의 온도를 측정하는 온도계로부터 나오는 온도 측정치로 그 출력은 5-20mA 가 된다. 이를 EPS에서는 ADC를 통하여 중앙제어부로 입력 후에 온도 값으로 변환한다.

3. 연결부

연결부는 글자를 표시하는 디스플레이부와 LED 표시부, 그리고 입력 버튼부로 나뉜다. 디스플레이부는 16행 2줄의 글자를 dot 형태로 나타낼 수 있는 VFD(vacuum fluorescence display)를 사용하며, LED 표시부는 단순하게 녹색과 적색의 두 개의 LED로 구성되어 있다. 그밖에 외부 컴퓨터와 연결하여 경고 등의 수배전반에 대한 상태를 기록하여 두었다가 전달할 수 있기 위한 LAN, ISO232S, USB와, 본 기기의 전원을 담당하는 SMPS와 여러 regulator 들이 있다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 ARM9을 제어장치의 프로세서로 사용하여 수배전반의 상태를 모니터링할 수 있는 고장 예측 시스템을 구현하였다. 수배전반 설비에 부가적으로 부착이 가능하도록 작으면서 저가격의 장치가 되도록 설계하였다. 2008년 1월에 실제 운용되는 수배전반 설비에 설치를 하여 작동하고 있으며 정기적으로 여러 종류의 데이터들을 받아와서 분석을 통하여 보다 정확하게 수배전반의 상태를 분석하고 고장을 예측할 수 있는 새로운 알고리즘의 개발에 활용하고 있다.

참고문헌

[1] C. J. Kim, S. -J. Lee, and S. -H. Kang, "Evaluation of feeder monitoring parameters for incipient fault detection using Laplace trend statistic," *IEEE Trans. Indust. Appl.*, vol. 40, no. 6, Nov./Dec. 2004.