

ZigBee 무선 통신을 이용한 설비 감시 시스템에 관한 연구

왕 인 수
(주)효성 중공업연구소

A Study on Using The ZigBee Wireless Communication for Facility Monitoring System

In-Su Wang
Hyosung Co. Power & Industrial R&D Center

Abstract - 최근 전력IT 사업으로 추진되고 있는 디지털 기반의 설비 감시 진단 시스템은 유비쿼터스 센서 네트워크 기술(USN) 기반의 무선 통신 환경 접목이 큰 줄기를 이룬다고 할 수 있다. 이에 본 논문에서는 전력 설비의 운영 신뢰성을 검증하고, 설비 감시 시스템에 ZigBee 무선 통신 적용 가능성을 고찰 하고자 한다. 설비 감시 진단 프로그램은 API(Windows Application Programming Interface)와 MFC(Microsoft Fundamental Classes)를 이용하여 구현하였다.

1. 서 론

전력 수요 증가에 의한 전력시스템의 비대화는 사회의 급속한 발전이 계속되는 한 피할 수 없는 상황이다. 아울러 이러한 상황에서 에너지의 확보, 전력시스템의 안정된 운용과 효율성을 위하여 여러 가지. 제반 설비들도 증가하고 있다. 또한 세계 각국에서는 전력 설비의 원활하고 안정적인 운용을 위한 자동화 시스템의 구현에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 국내에서도 전력 시스템의 자동화를 위해 다각적인 연구가 수행되고 있다. 특히 전력 설비는 전력시스템의 계층 구조 중에서 최하층 부분으로서 계통의 원활한 운용을 위하여 우선적으로 자동화가 진행되어야 할 부분이다.

세계적으로도 전력 설비 자동화를 위한 다양한 운용시스템이 사용되고 있으며, 국내에서도 전력 설비 무인화 사업, 전력 설비 지능적 운용에 관련된 연구등이 활발히 수행되고 있다. 이와 같은 상황에서, 현재 사용하고 있는 전력 설비 진단 시스템의 성능 평가 및 개발 진행 중인 IED(Intelligent Equipment Device)의 실제 적용가능성을 검증할 수 있는 정밀한 설비 감시 프로그램의 확보는 전력 설비의 무인 자동화 연구의 진행에 있어 가장 기본적인 부분이라 할 수 있다. 이에 당사에서는 전력설비 진단 기술과 전력센서 설계기술을 바탕으로 특고압용 주상변압기와 배전용 피뢰기의 원격관리에 적용할 수 있는 진단 IED를 개발하였다. 전력설비 감시에 유비쿼터스 센서의 적용은 상시 온라인 감시는 물론 고장 발생시 사고위치를 실시간으로 알 수 있어, 사고복구에 소요되는 시간의 단축과 기술적, 경제적 손실도 저감시킬 수 있을 것으로 기대한다.

본 논문에서는 당사가 개발한 22.9kV급 변압기와 피뢰기를 대상으로 한 유비쿼터스 센서 네트워크(USN) 기반의 ZigBee 통신 모델을 적용한 설비 감시 진단 프로그램을 소개한다. 개발한 프로그램은 확장성과 이식성을 고려하여 Windows 상에서 WIN32API 와 Microsoft MFC를 사용하여 개발하였다.

2. 본 론

2.1 전력용 설비 감시 시스템

본 논문에서 실증 검증에 사용된 22.9kV 급 변압기와 피뢰기 감시 시스템의 하드웨어 구성은 다음과 같다.

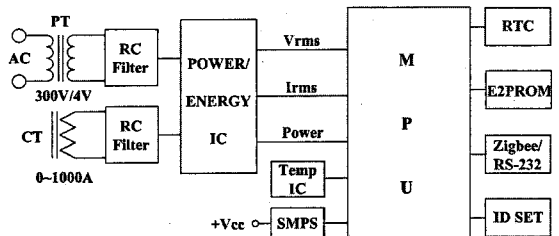


그림 1. 변압기 진단 IED의 하드웨어 구성

변압기 감시를 위한 주요파라미터는 가스분석, 부분방전, 전압 및 전류, 유온 등 여러 가지가 있으나 본 논문에서는 측정의 경제성 및 효율성을 고려하여 변압기의 2차 전압, 전류 및 변압기의 표면온도를 감시 파라미터로 선정하였다. 센서는 신설변압기는 물론 운전중인 기설 변압기에도 구조변경이 없이 설치가 가능해야 하므로, 이를 고려하여 그림 1과 같이 변압기 감시센서를 구성하였다.

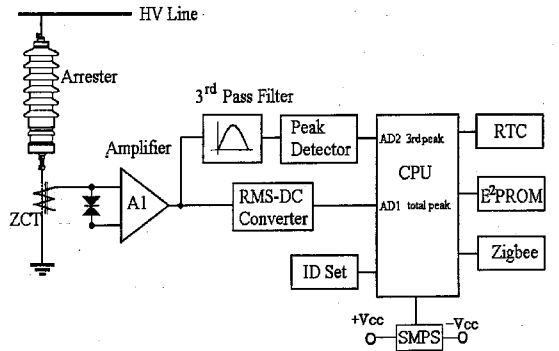


그림 2. 피뢰기 진단 IED의 하드웨어 구성

피뢰기는 열화가 발생하면 누설전류가 증가하며, 특히 제 3고조파 누설전류는 열화의 정도를 판단하는 중요한 지표이다. 본 연구에서는 설계한 피뢰기 감시센서는 피뢰기를 흐르는 전체 누설전류의 실효값과 최대값 및 제 3고조파 누설전류의 최대값을 측정한다.

관통형 영상변류기(ZCT), 차동증폭회로 및 필터와 A/D 컨버터로 구성된 신호입력부, 신호처리를 담당하는 마이크로 프로세서부, ID(고유번호)설정부 및 통신부로 구성된다. 입력신호로는 피뢰기 접지선을 흐르는 전체 누설전류이며, 대역필터로 제 3고조파성분을 추출하여 전체 누설전류의

실효값 및 제 3고조파 누설전류의 최대값을 분석한다. 피뢰기 감시센서의 구성은 그림 2와 같다.

2.2 설비 감시 진단 시스템의 구조

본 연구에서 개발한 설비 감시 진단 시스템의 구조는 그림 3과 같다. 시스템은 크게 통신 네트워크를 기점으로 측정값을 전송하는 진단 IED(Intelligent Equipment Device)와 전송된 데이터를 기반으로 설비의 상태 데이터를 수집 및 진단하는 주 시스템(Main System)으로 구성되어 있다. 또한 주 시스템(Main System)은 전송된 설비의 실 측정값 데이터를 전송하는 I/O 서버와 전송된 값을 기반으로 화면에 Display 하는 MMI (Man Machine Interface) 부분, 설비의 이상 상태 유무를 진단하는 부분, 그리고 이력 및 실시간 측정 데이터 및 이력 데이터를 저장하는 SQL Data Base Server 부분으로 구성되어 있다. 진단 IED와 주 시스템의 통신 환경은 ZigBee 무선 통신 모듈 (USN)으로 연결되어 있다.

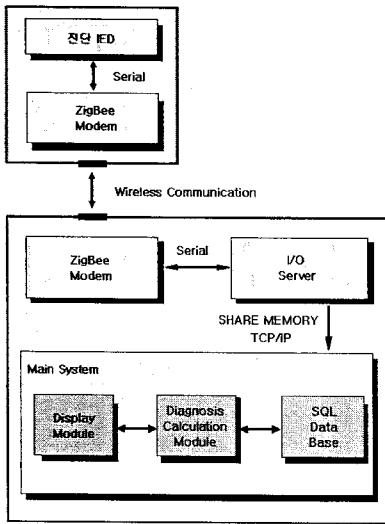


그림 3. 설비 감시 진단 시스템의 구조

2.3 Graphic User Interface

개발된 설비 감시 진단 프로그램은 사용자의 편의를 위하여 변압기와 차단기의 상태를 시각적으로 용이하게 식별하기 위해 GUI(Graphic User Interface)로 개발되었다. 다음의 그림 4는 본 논문의 설비 감시 진단 시스템 I/O 서버의 실행화면이며, 그림 5는 MMI (Man Machine Interface) 프로그램의 초기 실행화면이다.

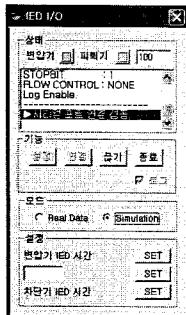


그림 4. I/O 서버 실행화면

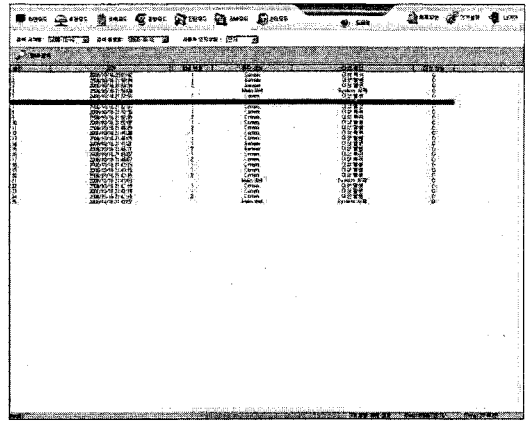


그림 5. MMI(Man Machine Interface) UI 실행화면

상기의 설비 감시 진단 시스템은 진단 IED (Intelligent Equipment Device)으로부터 측정된 설비의 데이터를 실시간으로 수집 후 ZigBee 무선 통신 모듈을 이용하여 주 시스템으로 실시간으로 전송한다. 측정된 데이터와 이력 데이터를 I/O 서버를 이용하여 DATA BASE SERVER 및 MMI(Man Machine Interface) SYSTEM으로 전송한다. 본 프로그램은 GUI(Graphic User Interface) 기반으로 설비의 실측 데이터 및 운영 상태를 자동적으로 화면 출력한다. 또한 리포팅 서비스를 지원하여 운영자에게 설비의 이상 유무 상태를 쉽게 이해하도록 하였다.

3. 사례 연구

3.1 측정 데이터 항목

입력 데이터는 진단 IED 계측기에서 측정된 값으로 ZigBee 무선 통신 모듈을 통하여 I/O 서버로 전송된다. 본 사례 연구에서 사용된 데이터는 변압기와 피뢰기의 실제 측정 데이터이다. 진단 IED에서 측정된 데이터의 종류는 표 1과 같다.

표 1 측정 데이터 항목

순번	변압기	순번	피뢰기
1	변압기 용량	1	누설 전류
2	누설 전류	2	3고조파 전류
3	전압		
4	유효전력		
5	피상전력		
6	역률		
7	장비 온도		
8	변압기 온도		

3.2 설비 감시 및 진단

전송된 실측 데이터를 기반으로 설비 진단 프로세스를 수행하고, 데이터 처리 후 MMI(Man Machine Interface) UI를 통하여 다음의 그림 6과 그림 7과 같이 실시간 Trend 데이터 및 설비 진단 상태를 운용자에게 통지한다.

진단 IED의 전송된 데이터를 기반으로 변압기 및 피뢰기의 이상 유무를 판단하고, 설비의 이상이 존재한다고 판단되면, 주 시스템은 이를 감지하여 운영자에게 통지하는 리포팅 서비스를 수행하게 된다. 또한 실시간 누적 데이터를 통하여 RCM (Reliability Centered Maintenance)

기반의 설비 점검 Process를 수행하고 점검 결과를 화면에 출력하게 된다. 그림 6은 설비의 계측값의 이상 여부를 GUI에서 비주얼화 하였으며, 설비의 상태 이상 여부 및 진단 결과에 따라 메시지 창을 통해 화면에 출력 처리한다.

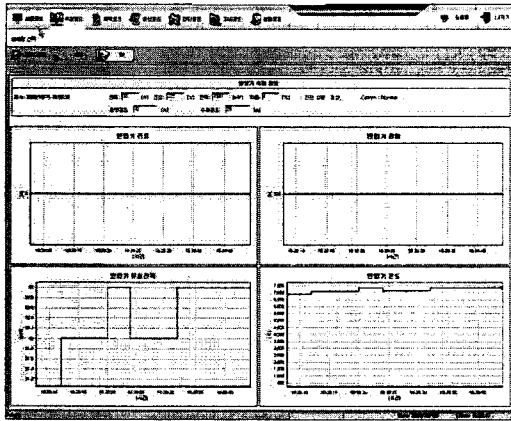


그림 6. 변압기 진단 IED 측정 데이터

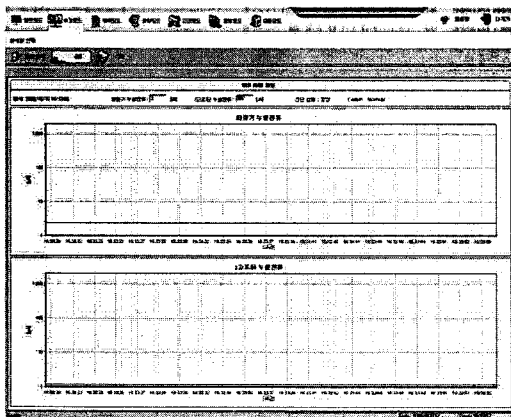


그림 7. 피뢰기 진단 IED 측정 데이터

3. 결 론

22.9kV급 변압기와 피뢰기를 대상으로 한 유비쿼터스 센서 네트워크 (USN) 기반의 ZigBee 모뎀 적용 시스템을 개발하였고, 실제 운전을 통하여 다양한 계측 데이터 및 이력 데이터를 측정하였다.

본 연구에서 개발한 프로그램은 향후 설비 자동화 및 고장 설비 진단에 유용하게 적용 될 수 있으리라 판단된다.

[참 고 문 헌]

[1] A.T.Santhanametal., "Microstructuralevaluationofmulti componentZnO ceramics", Journal of Applied Physics, Vo 150, No.2, pp.852-859, 1979
 [2] 한국전력공사 전력연구원, "주상변압기 단락특성 개선에 관한 연구", pp.25-26, 2001.
 [3] 한국표준협회, "KSC 4306 일단접지 주상변압기", 1990.
 [4] ANSI/IEEE C57.12.20, Overhead-type Distribution Transformer 500kVA and Smaller, 1991.
 [5] 길경석, 한주섭, 송재용, 김명진, 김정배, 조한구, "뇌충격전류에 의한 산화아연형 피뢰기 소자의 전기적 특성과 피뢰기 열화진단 전문가 시스템", 대한전기학회 논문지, Vol.51

C, No.4, pp.152-157, 2002
 [6] 서창수, 정환수, "유비쿼터스 센서 네트워크의 기술 동향", 한백전자 R&D 개발부서, 2005.
 [7] Stephen Prata, 역자 윤성일, "C++ 기초플러스 개정 4판" 성안당, 2005.
 [8] 김호, "MYSQL로 배우는 데이터베이스 프로그래밍", 영진닷컴, 2003.