

Intelligent Power Transformer용 Local Unit HMI 개발

최인선, 김명희, 최영준
(주)효성 증공업연구소

A development of Local Unit's HMI for intelligent power transformer

IS Choi, MH Kim, YS Choi

Power & Industrial Systems R&D Center, Hyosung Corporation

Abstract - 전력의 안정적 공급 및 신뢰도 확보를 위해 설비에 대한 디지털화가 계속 진행되고 있으며, 또한 이상 진단 시스템도 계속 진보되고 있다. 이에 (주)효성에서는 변압기 진단을 위한 센서 및 IED가 포함된 지능형 변압기(Intelligent Power Transformer)용 Local Unit을 개발하였다. 본 논문은 (주)효성에서 개발한 Local Unit의 HMI에 대해 기술하였다.

변압기 진단을 위한 센서 및 IED가 포함된 지능형 변압기(Intelligent Power Transformer)용 Local Unit을 개발하였다. 본 논문은 이 Local Unit의 HMI(Human-Machine Interface)에 대해 기술하였다.

2. 본 론

1. 서 론

현재 산업 발달로 인한 전력 수요의 급증과 IT 산업의 혁신적인 발달로 고장으로 인한 정전 발생시 사회생활에 미치는 영향이 커지게 되었으며 정전 내용에 대한 관심도 증대되었다. 또한 IT 기술의 발달로 인해 운용환경이 급격히 변화하고 있으며, 전력 산업의 많은 곳에서 IT 기술을 이용한 감시 시스템 개발 및 적용을 진행해 왔다. 그러나 전력 산업의 이상이 발생하면 산업에 미치는 경제적인 손실이 크고 인적 재해 가능성 때문에 새로운 기술의 적용에 보수적이었다. 하지만 전력산업 분야에서는 IT기술을 접목시킨 10개의 전력IT 프로젝트가 진행되고 있으며, 이를 통해 기존의 전력 설비에 IT 기술을 접목 시킨 다양한 기술 및 장비가 개발되고 있다. 이는 다양한 분야의 기술을 서로 접목하여 새로운 Disruptive Technology로 발전시키는 최근 산업의 기술 개발 추이인 디지털 컨버전스(Digital Convergence)의 일환으로 볼 수 있다. 이러한 기술 개발을 통해 전력회사는 설비의 다양성 및 표준화된 통신 기술을 적용함에 따라 비용 절감의 효과를 누릴 수 있다.

현재 전력 산업은 미국 등의 선진국의 설비 노후화로 인한 설비 교체 시기와 중국, 인도 등과 같은 신흥 산업 개발국의 신규 설비 설치시기가 맞물려 호황이다. 이에 국내업체도 초고압 GCB/GIS, 초고압 전력용 변압기, 차단기, 개폐장치 및 케이블 등 개별 전력기기의 생산/개발 수준은 세계적인 수준에 근접하고 있으므로 호황에 맞춰 수출이 급증하고 있다.

그러나 변전소 운영에 필요한 감시, 보호 및 제어 시스템 분야의 기술적인 수준은 물론 설비에 대한 진단 분야 및 개별 전력기기의 디지털화에 있어서는 아직 세계적인 수준과 비교할 때 미흡한 수준이다. 특히 설비 진단 시스템의 경우는 선진국에서는 70년대부터 연구개발 하였으며, 그 결과 ABB, AREVA, GE 등과 같은 선진사는 전력설비의 감시 장치를 출시하고 판매하고 있다.

특히 변압기의 경우 사고의 파급효과가 크며, 이에 따라 변압기에 대하여 전기적, 기계적 보호 장치들을 20여개 설치하여 감시하고 있다. 하지만 이러한 보호 장치들은 기계적으로 구성되어 있으며, 환경에 따라 빈번하게 오동작을 발생하고 있어, 신뢰성 있게 변압기를 관리하는데 어려움이 있다.

이에 (주)효성은 예방진단 시스템의 디지털화를 위해

2.1 지능형 변압기

기존의 변압기는 설비 고장을 통한 계통 고장을 방지하기 위해 전기적, 기계적 보호 장치들을 20여개 설치하여 감시하고 있다. 하지만 이러한 보호 장치들은 기계적으로 구성되어 있으며, 환경에 따라 빈번하게 오동작을 발생하고 있어, 신뢰성 있게 변압기를 관리하는데 어려움이 있다. 이에 변압기 감시진단에 필요한 데이터를 측정하기 위한 센서를 변압기에 설치하여 제작된 지능형 변압기(Intelligent Power Transformer)를 개발하였다.

변압기는 변압기와 OLTC, 붓싱 그리고 냉각 장치로 대상 부위를 크게 나눌 수 있다. 변압기 내부에서는 온도, 가스량, UHF 센서, 유중수분 센서 등의 다양한 센서를 변압기 내부에 취부하였으며, 이를 이용하여 절연물 열화, 절연유 상태, 내부 이상 등을 감지할 수 있다. 또한 OLTC, 붓싱, 냉각장치 등은 온도 센서, 압력 센서, CT 등을 이용하여 다양한 감시 진단을 수행할 수 있다[1].

2.2 Local Unit

2.2.1 기존 시스템과 Local Unit

기존의 시스템은 Legacy Type으로 변압기 주요 운전 정보 취합, 변압기 보호용 접점 정보 취합 등 데이터 취합 및 전송 기능만을 수행하였다. 그리고 데이터 통신 방식도 Hard Wiring 방식으로 초기 시설비가 많이 들며, 통신라인의 복잡성으로 인해 설비 구성에 많은 노력이 들었다. 그러나 개발된 Local Unit은 기존의 시스템에서 취득하는 데이터는 물론, 절연유 온도, OLTC 동작특성, 부싱 및 절연유 열화 등과 같은 변압기 예방진단을 위한 데이터 취득이 가능하다.

또한 취득된 진단 데이터를 이용하여 변압기 운전 상태를 진단하여 예방진단이 가능하며, 시스템 자기 진단 기능도 추가되었다. 취득된 데이터 및 진단 데이터 등은 IEC61850 표준의 Ethernet 통신을 통해 상위 및 주위 IED와 데이터 통신이 가능하다.

결론적으로, 기존의 시스템은 데이터가 디지털화 되지 않았으며, 예방진단을 하기 위해서는 별도의 시스템을 설치해야 하지만 개발된 시스템은 데이터를 디지털화 하였으며, 예방진단 기능을 내장하였다. 또한 수명 평가 기술을 추가하였다[1].

2.2.2 Local Unit H/W 구성

Local Unit은 각종 정보를 취합, 전송하는 IO Module과 IO Module로부터 취합된 정보를 분석하고 진단 알고리즘을 수행하며, 운영자 화면을 제공하는 현장용 IED로 구성된다. 그림 1은 Local Unit 시스템의 구성을 도시하였다.

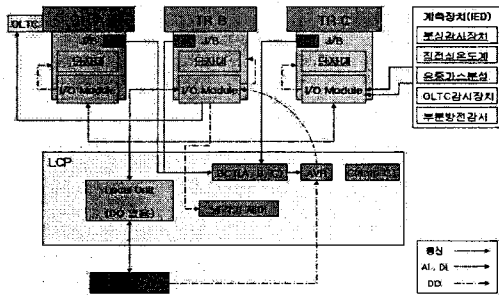


그림 1 Local Unit의 시스템 구성

현장용 IED는 기존의 Local Control Panel(LPC)에 위치하고 있으며, LPC는 변압기 설치 현장에 있으므로 가혹한 환경에서도 동작이 가능한 Embedded Box PC와 Industrial LCD 모니터로 구성되어 있다. 이에 사용 환경 조건의 확보를 위하여 패널 내부에 히터 및 냉각을 위한 기기가 설치되어 있다.

IO Module은 대상 변압기가 요구하는 IO의 확장 등을 고려하여 Flexible한 구성이 가능하도록 구성하였고, 센서들로부터의 정보 취합 및 전송 구조의 효율성을 고려하여 변압기 Junction Boxso부에 위치하도록 구성하였다. 따라서 IO Module이 탑재되는 Junction Box는 IO Module의 사용 환경 조건을 고려하여 설계되었으며, 단순한 Terminal Box 기능이 아닌 정보 취합을 위한 하나의 IED로 재편되었다.

2.3 Local Unit 기능

Local Unit은 변압기에 설치된 다수의 센서와 인터페이스를 통해 전력용 변압기의 상태를 감시하고 진단하며, 필요로 하는 차단 요건이 만족되면 상단의 차단기를 차단 할 수 있는 기기이다.

2.3.1 Local Unit의 기능

Local Unit은 운영자 인터페이스 기능, 설정 기능, 변압기 상태 감시 기능, 진단 기능, 표준화된 통신 프로토콜을 통한 타 시스템 인터페이스 기능 및 제어 기능 등 6가지 기능을 가지고 있다. 그림 2과 그림 3은 Local Unit의 Function Description과 기능도를 도시하였다.

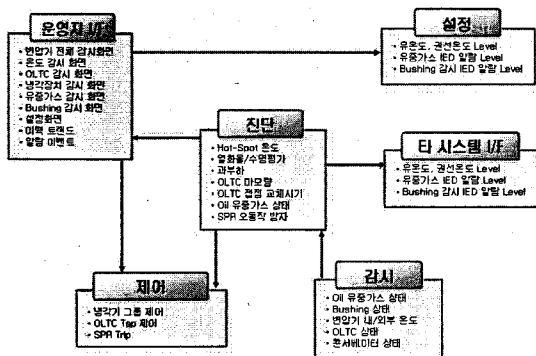


그림 2 Local Unit Function Description

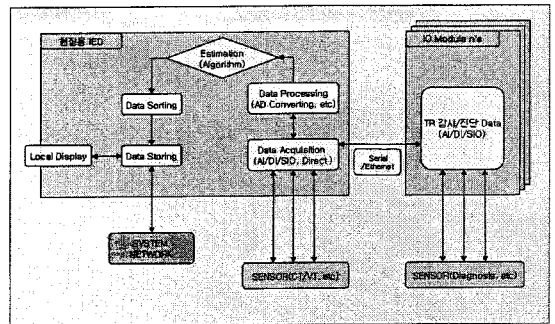


그림 3 Local Unit의 기능도

2.3.2 Data Flow Diagram

Local Unit은 Visualization(HMI), I/O Server 그리고 IEC61850 Server 그리고 데이터 가공 및 진단 알고리즘 수행하는 모듈로 구성되어 있다. 그림 4는 Local Unit 및 IO Module의 Data Flow Diagram을 도시하였다.

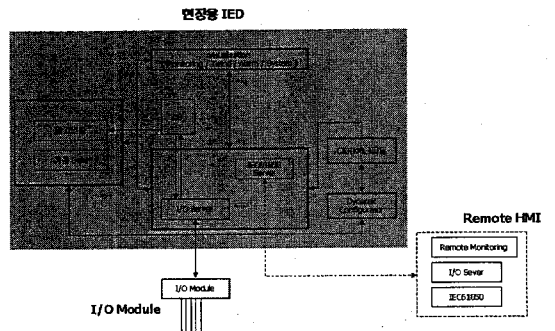


그림 4 Local Unit 및 IO Module Data Flow Diagram

2.4 Human-Machine Interface(HMI)

변압기의 상태에 대한 빠른 인지와 편리한 사용자 인터페이스를 위한 Local Unit의 HMI는 개방형 시스템으로 설계되어 외부의 시스템, 사용자 응용프로그램, 상용 패키지들과의 데이터 교환을 지원한다. 또한 사용자에게 친숙하고 조작하기 쉽고 전체 계통을 일목요연하게 감시 및 제어할 수 있도록 그래픽적이고 인터랙티브한 메인 화면 및 각종 서브 메뉴 등으로 구축하였다.

2.4.1 화면의 구성

- 0 Main Menu : 화면을 구성하는 큰 틀
 - MTR : 변압기의 센서 및 IED들의 AI, DI 데이터 및 제어를 관장하는 화면으로 가는 Menu Button.
 - Alarm & Event : 변압기의 센서 및 IED에서 발생하는 Alarm 및 Event를 표시하는 화면으로 가는 Menu Button.
 - Historical Trend : 변압기의 센서 및 IED의 AI 값의 이력 트렌드를 표시하는 화면으로 가는 Menu Button.
 - System Conf. : 시스템의 구성, 통신상태, 변압기 및 IED의 정보를 표시하는 화면으로 가는 Menu Button.
 - Setting : LU 셋팅 화면으로 가는 Menu Button.(특별한 셋팅이 필요 없다면 제거. 대부분의 셋팅은 Dynamic Configurator에서 함.)
- 0 Sub Menu : 각 Main Menu button의 세부 button을 표시
 - Main : 변압기 중요 데이터를 보여주는 초기화면.

- A상 : A상에 관련된 데이터를 보여주는 화면. 내부에 변압기 감시, OLTC 감시, 온도감시, 냉각장치 감시, Historical Trend의 5가지 버튼이 하부에 존재
 - 변압기 감시 : 변압기 감시 데이터를 표시
 - OLTC 감시 : OLTC에 관련된 데이터를 표시
 - 온도 감시 : 온도에 관련된 데이터를 표시
 - 냉각장치 감시 : 냉각장치에 관련된 데이터를 표시
 - Historical Trend : A상의 주요데이터의 이력데이터를 그래프로 표시
- 0 통신감시 : LU를 구성하는 프로그램이나 IED의 통신 상태를 표시
- 0 중앙창 : Main Menu 및 Sub Menu를 통해 결정된 결과를 표시하는 화면

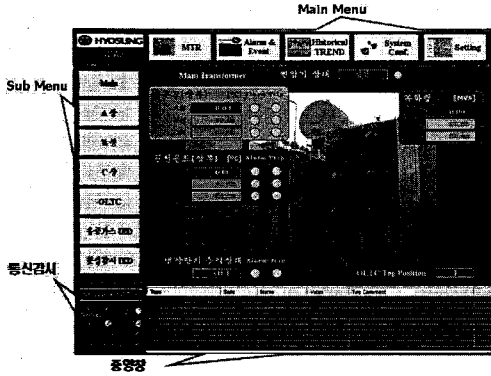


그림 5 HMI 화면의 구성

2.4.2 변압기 감시 화면

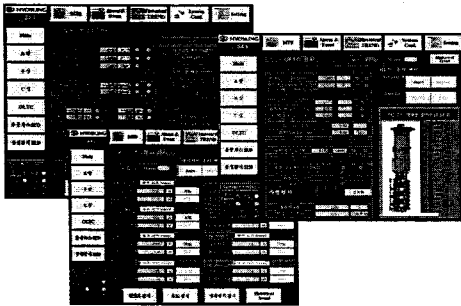


그림 6 변압기 감시 화면

2.4.3 IED 감시 화면

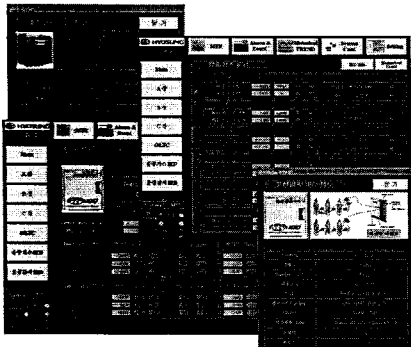


그림 7 IED 감시 화면

2.4.4 기타 화면

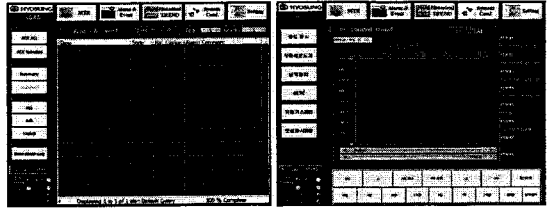


그림 8 Alarm/Event 및 이력 화면

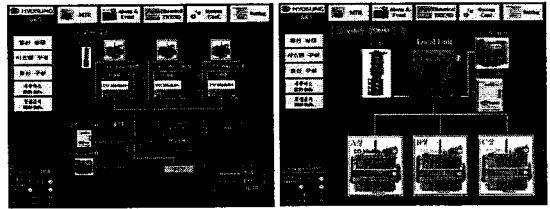


그림 9 통신 화면

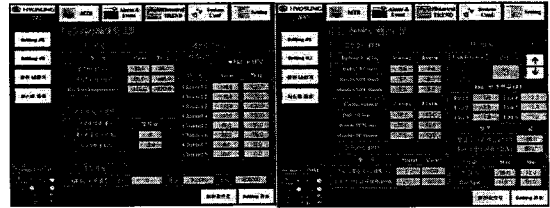


그림 10 셋팅 화면

2.4.5 Remote HMI

현장에 설치된 Local Unit으로부터 취득된 정보는 WAN(Wide Area Network)환경을 통해 당사 연구소에 설치된 Remote HMI에 전송된다. Remote HMI와 현장 Local Unit 간의 통신은 IEC61850으로 진행되므로, Remote HMI도 IEC61850 모듈, I/O Server 그리고 Remote Monitoring 모듈로 구성되어 있다.

3. 결 론

효율성에서 개발한 Intelligent Power Transformer (지능형 변압기)용 Local Unit은 기존의 Hardwiring되어 점점 처리되던 데이터를 I/O Module과 현장용 IED를 통해 디지털화하였다. 또한 진단이 가능한 Intelligent Power Transformer(지능형 변압기)의 실현을 위하여 변압기에 각종 센서 및 감시진단장치를 취부하였다. 이로부터 취득되는 변압기의 상태 및 각종 주요 진단 데이터들은 Local Unit에서 실시간으로 감시, 취합한다. 또한 자체 진단 알고리즘을 통해 변압기의 이상상태를 파악하고 이를 운영자에게 통보한다. 이러한 정보는 상위 시스템 혹은 주변의 IED에게 이더넷 데이터 통신 기반의 IEC 61850이라는 변전소 표준 프로토콜을 통해 보내줄 수 있으며, 데이터의 지능적 처리가 가능하다.

본 논문은 이 제품에 탑재된 그래픽컬하고 인터랙티브한 HMI에 대해 논하였다. 개발된 HMI를 통해 당사의 개발품인 Local Unit의 대표적인 기능이 되길 기대한다.

[참 고 문 헌]

[1] 최인선의, "Intelligent Power Transformer-용 Local Unit 개발 사례", 대한전기학회 추계학술대회 논문집, p.22 0'222, 2007