

Intelligent Power Transformer용 Local Unit 개발 사례

최인선, 김명희, 양향준, 이준철, 홍정기
(주)효성 중공업연구소

A development of Local Unit for intelligent power transformer

IS Choi, MH Kim, HJ Yang, JC Lee, JK Hong
Power & Industrial Systems R&D Center, Hyosung Corporation

Abstract - 자연재해 및 전력 시스템의 복잡성, 외부 노출 등으로 인해 전력 설비는 언제나 고장에 노출되어 있다. 전력회사는 전력의 안정성과 신뢰도 확보를 위해 끊임없이 노력하고 있지만 전력설비의 자그마한 이상에도 그 파급효과는 상당히 클 수 있다. 이에 선진 국가와 기업에서는 전력설비의 예방진단에 대한 많은 관심과 기술 개발이 이루어지고 있으며, 제품화되어 출시되고 있는 실정이다. (주)효성에서는 변압기 진단을 위한 센서 및 IED가 포함된 지능형 변압기(Intelligent Power Transformer)용 Local Unit을 개발하였다.

1. 서 론

전력의 안정적 공급 및 신뢰도확보를 위해 전력회사는 꾸준히 노력하고 있다. 하지만 전력설비의 이상이 발생하면 산업에 미치는 경제적인 손실이 크고 인적재해 가능성도 크다. 따라서 각 전력설비의 실시간 감시로 전력설비의 이상감지 예측 및 설비관리가 가능하게 되어, 사전에 이상설비에 대한 조치를 하게 된다면 많은 경제적 절감 효과를 가져 올 수 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. 또한 전력설비 측면에서는 현재 국내에서는 초고압 GCB/GIS, 초고압 전력용 변압기, 차단기, 개폐장치 및 케이블 등 개별 전력기기의 생산/개발 수준은 세계적인 수준에 근접하고 있으나 변전소 운영에 필요한 감시, 보호 및 제어 시스템 분야의 기술적 수준은 물론 설비에 대한 진단 분야 및 개별 전력기기의 디지털화에 있어서는 아직 세계적 수준과 비교할 때 미흡한 수준이다.

반면에, 일본은 1970년대부터 변전설비의 이상을 진단하기 위한 각종 이상검출기술을 활발히 연구개발해 왔으며, 이러한 이상검출기술을 종합한 변전소 예방진단시스템과 감시제어시스템을 통합한 변전소 종합자동화시스템을 가장 많이 적용하고 있다. 북미에서는 이미 1970년대부터 일본과 거의 동시에 전력회사를 중심으로 회전기, 변압기 등의 온라인 감시진단시스템에 관심을 가지고 연구를 진행하였다. 그 결과로 ABB, AREVA, GE 등 선진사는 변압기 예방진단 감시장치를 출시하여 판매하고 있다. 국내에서는 개별적 인프라에 대한 감시 및 제어 시스템의 개발과 전기 설비의 예방진단 시스템을 개발해 왔으나 디지털화가 진행되지 못한 것이 대부분이다. 이에 예방진단 시스템의 디지털화를 위해 변압기 진단을 위한 센서 및 IED가 포함된 지능형 변압기(Intelligent Power Transformer)용 Local Unit을 개발하였다. 이 기기는 변압기의 운전 상태를 감시/진단하며, 중전에 접점으로 처리되어 있던 변압기 보호관련 접점 데이터를 디지털화하여, 상위 시스템 혹은 주변 IED 등에 이더넷 기

반의 데이터 통신을 통해 보내줄 수 있다.

2. 본 론

2.1 기존 시스템과 Local Unit 기능 비교

기존의 시스템은 Legacy Type으로 변압기 주요 운전 정보 취합, 변압기 보호용 접점 정보 취합 등 데이터 취합 및 전송 기능만을 수행하였다. 또한 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, 부상 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 하기위해서는 별도의 시스템을 설치해야 하지만 개발된 시스템은 데이터를 디지털화 하였으며, 예방진단 기능을 내장하였다. 또한 수명 평가 기술을 추가하였다. 이에 대한 자세한 내용은 표 1과 같다.

표 1 기존 시스템과 Local Unit 기능 비교표

항목	기존시스템 (Target)	신규 개발 장비(New)
	Legacy Type	Digital Type
구 성	- 변압기 주요 운전 정보 취합 - 변압기 보호용 접점 정보 취합 - RCP(Remote Control Panel)로 데이터 전송 - 데이터 취합 및 전송 기능만 수행	- 변압기 주요 운전정보/보호 접점 정보 취합 - 변압기 운전 감시 및 진단기능 - 시스템 자기 진단 기능 - IEC61850 표준I/F - 자체 Local Unit전용 HMI
주요 처리 데이터	- 변압기보호관련 접점데이터 (온도상승/압력/가스/편/ 펌프관련 알람/트립 접점)	- Legacy 접점 데이터 포함 - 변압기 진단 데이터 - Local Unit 자기 진단 데이터
데이터 통신 방식	- Hard Wiring (데이터 수직 및 상위 데이터 전송)	- 데이터 수직은 Hardwiring & TD - 광(Optical) Ethernet 통신 방식
H/W 사양	- 단순 터미널 블록 처리	- CPU Board, DI/AI Board - OS 구버, Embedded Windows XP SP2 - Ethernet Port 2개 이상
전송 Protocol	-	- IEC 61850
처리방식	- 접점으로 처리함 (Hardwiring으로 연결됨)	- Ethernet기반의 데이터 통신 - 지능적 처리 가능

2.2 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. 이를 통해 LU는 데이터를 디지털화하고 예방진단 시스템을 탑재하였으며, 수명평가에 대한 기능을 탑재하여 변압기를 지능화하게 만들어 향후 IEC 61850 기반의 시스템에서 센서 Node로 진보할 수 있는 기반을 만들었다.

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. 자세한 내용은 표 2와 같다.

표 2 변압기 감시진단 항목

감시항목		측정값	측정 방법/검토	
대상부위	항목			
변압기 내부	절연물 열화	권선과고온도	① 권선온도계 간접측정 ② 권선온도 직접측정 ③ 권선온도계산(유온도, 전류값이용)	
	절연유 상태	유중수분함유량	① 유중수분센서	
	내부이상	유동가스	① 단일가스(H2) 측정 ② 다중가스 측정 ③ 디지털센서	
		가스량	① 가스검출계전기(GDR) ② B-H Relay ③ 디지털센서	
		중계압력	① 중계압력계전기(SPR) ② 디지털센서	
		압력상승	① 방압안전장치(PRD)	
	유속	① B-H Relay		
	유면	① 유면계		
	기타	유온도	상부 유온도 ① 유온도계(RTD 쿼부형) 하부 유온도 ① 유온도계(RTD 쿼부형)	
		상하부 유온(기준치)	① 설계 및 시험데이터, 전류 측정치로부터 계산	
		전압	고압	① BPD(Bushing Potential Device) ② Bushing Capacitive Voltage Sensor
			저압	① 붓싱 CT 전류 측정
		전차	저압	① 붓싱 CT 전류 측정
	OLTC	동작상태	동작전류	① OLTC 구동 모터전류 측정
			동작회수, 점접 마모량	① 부하전류 및 OLTC 특성 데이터로부터 계산
램위치			① OLTC 램위치 표시기	
OLTC 온도 측정치			① 유온도계	
OLTC 온도 기준치			① 점접동작회수에 따른 발열량으로 기준치 온도계산	
OLTC 절연유 수분			① 유중수분센서	
모터시동전류/토크			① 전류 CT / 토크 센서	
OLTC 센서데이터 유면			① 유면계	
관선정유 장치	이상압력	① 관선정유장치 압력계		

Bushing	상태 및 특성	Surge	① Peak Value sampler
		누설전류 / Capacitance	① PD에 의한 누설전류
		PF	① 붓싱 절연역률 측정
	Surge Counter	① Surge Counter	
	이상압력	붓싱 압력	① 압력계 (압력센서)
붓싱유면	붓싱 유면계	① 유면계	
냉각장치 (OA/OF/FOA/FO W)	팬 수명	동작전류	① CT전류 측정
	램프 수명	동작전류	① CT전류 측정
기타	주위온도	주위온도	① 온도계

2.3 Local Unit H/W 구성

Local Unit은 사업용 PNL PC로 구성되는 본체(Main Frame)과 각종 IO를 취합, 전송하는 IO Module로 구성된다. Main Frame은 기존의 Local Control Panel상에 위치하며, Serial 통신 및 IO Module로부터 입수되는 각 센서로부터의 정보를 Display하고, 사용자의 요구에 부응하는 각종 기능을 수행하게 된다.

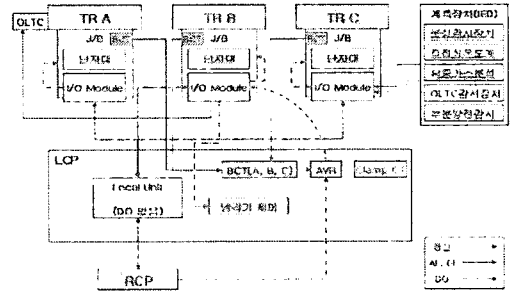


그림 1 Local Unit의 시스템 구성

2.3.1 IO Module

IO Module의 구성은 대상 변압기가 요구하는 IO의 확장 등을 고려하여 Flexible한 구성이 가능하도록 구성되었고, 센서들로부터의 정보 취합 및 전송 구조의 효율을 고려하여 변압기 Junction Box 내부에 위치한다. 따라서 IO Module이 탑재되는 Junction Box는 IO Module의 사용 환경 조건을 고려하였으며, 단순 Terminal Box 기능이 아닌 정보 취득을 위한 하나의 IED로 재편되었다고 할 수 있다.

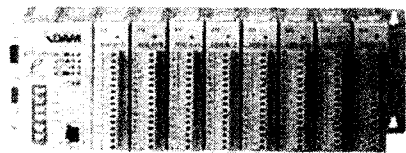


그림 2 IO Module 구성

2.3.2 LU Main Frame

Main Frame은 기존의 Local Control PNL에 위치하며, 사용 환경 조건의 확보를 위하여 PNL 내부에는 히터 및 냉각을 위한 주변 기기가 설치된다. 또한 Touch Screen의 보호 및 화면 조사를 위해 별도의 외함으로 구성되어 있다. Main Frame은 Embedded Box PC와 Industrial LCD 모니터로 구성되어 있으며, Embedded Box PC에 대한 사양은 표 3과 같다.

