

IEC-61850 기반의 154kV M.Tr Bay IED 적용 사례

노재근*, 오재훈*, 김병철*, 고철진*, 양항준*
(주)호성 중공업연구소

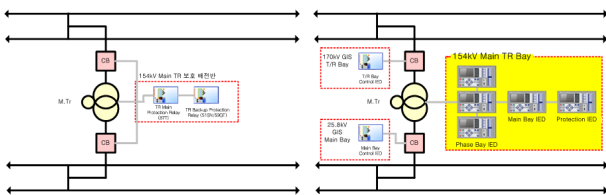
154kV Main TR. Bay IED Based On IEC-61850

Jae-Keun Roh*, Jae-Hoon Oh*, Byoung-Choul Kim*, Choul-Jin Ko*, Hang-Jun Yang*
Power & Industrial Systems R&D Center, Hyosung Corporation Ltd.

Abstract - 전력시스템을 더 효율적으로 운용하고, 더 지능화하려는 노력은 2000년대 초 다양한 각도로 진행되어 왔다. 그리하여 중장기 국책과제인 전력IT 과제를 필두로 여러 지능화 기기들이 국·내외 유관 업체를 통하여 지속적으로 성장을 하였고 현재에 이르러서는 과제의 틀이 아닌 비즈니스 모델 창출을 위하여 여러 시범 사업들이 구상되고 있는 중이다. 이는 전력IT의 핵심 아이টে이라 할 수 있는 IEC-61850 국제 표준 프로토콜 기반의 IED (Intelligent Electronic Devices) 개발과 아울러 변전소의 직접 현장 적용을 통한 엔지니어링 기술 개발에 역점을 두고 있는 상태이다.[1],[2],[3],[4] 변전소 자동화 (S/A: Substation Automation)의 영역이 점점 현실화 되어가고, 전 세계 적용 Site의 폭발적인 증가로 힘입어 이젠 선택이 아닌 필수가 되고 있고, 적용에서 끝이 아닌 다양한 엔지니어링 Tool의 개발, 진단 시스템의 융합 등과 더불어 계속 발전해나가고 있다. 본 논문에서는 이러한 시대적 흐름을 바탕으로 당사에서 참여중인 한국전력 154kV S/A 시범사업 및 스마트그리드 실증사업을 통하여 현장 적용된 154kV Main Transformer 용 IED 솔루션의 적용 사례를 소개하고자 한다. S/A 시범사업의 경우, 한국전력 충주본부 풍동S/S에서 올해 초 설계되어 현재 현장 엔지니어링을 1차 마무리한 상태이며, 스마트 그리드 실증사업은 제주 성산S/S에서 진행 중이며 이도 마무리를 하는 단계에 이르러, 그동안 현장적용의 문제점을 논의하고, 이에 대한 대응책을 서로 공유하며 정리하고 있다. 참고로 본 논문에서는 IEC-61850 프로토콜 구현에 대한 것은 다루지 않으며, 다만 현장제어에 필요하고 또한 구현되어 있는 기능에 대한 전반적인 내용을 다루게 된다.

1. 서 론

기존의 154kV Main TR (이하, MTR) Bay는 GIS Bay Controller 가 없었기 때문에 87T라 불리는 변압기 보호 계전기 기반의 변압기 보호 배전반에서 모든 기능을 수행하였고, 변압기 Backup 보호를 위한 51SN 및 NGR 보호 59GT 등이 포함되어 있었다. 그렇지만 현재의 Main TR Bay는 변압기 보호 IED와 현장 제어 IED가 분리되어 있으며, 보호 요소 중에도 59GT 및 51P/PN 등은 170kV GIS 및 25.8kV GIS Bay Controller로 그 기능이 분산되어 이를 GOOSE Message로 연결하여 그 기능을 구현한다. 그림 1은 기존 MTR Bay 구성도와 SA MTR Bay 구성도를 나타내고 있다



<그림 1> 기존과 SA MTR Bay 구성 비교

위 그림에서 주목하여야 할 점은 기존 MTR Bay의 현장제어반 (Local Control Panel, 이하 LCP)의 대부분 기능이 현장제어 IED (Phase/Main)로 기능이관 되었고, 3상 변압기 Bank의 각 구성 단상 변압기의 상태 진단 및 이에 대한 대응을 하기 위하여 현장제어 IED는 각 상별 및 Main 제어 IED로 구성되어 있다는 점이고, 또한 보호 IED는 변압기 내부 고장 시 각 차의 GIS IED로 Trip Signal을 전송해주고, 이에 대한 CB Close Block Logic 신호를 제공한다
각 MTR IED의 구성 및 간략한 특징은 아래 표 1과 같다

<표 1> MTR IED 종류 및 수량

종류	설치수량	설치위치	구비기능
설비제어 IED	1대 / Bank(상)	LCP 내부	감시, 계측
종합제어 IED	1대 / Bank	LCP 내부	감시, 제어, 계측
보호계전 IED	1대 / Bank	LCP 내부	보호, 감시, 제어, 계측

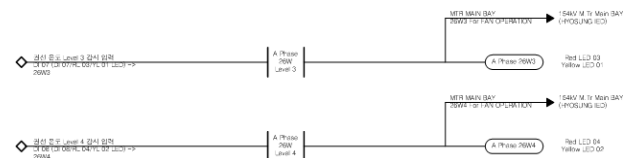
2. 본 론

2.1 MTR Bay Control IED의 적용

기존 변압기 LCP에서 기본적으로 다루었던 OLTC 제어 및 FAN 제어 등은 MTR Main IED에서 그 기능을 수행하며, 이는 각 업무 분장을 통하여, Phase IED로부터 26W 권선온도의 FAN Start Pickup을 GOOSE Message로 입력받아 제어하고, 전압표시기(Digital Voltage Meter, 이하 DVM)의 전압 입력을 통하여 OLTC Auto Tap Change를 수행한다. 변압기 Bank 내 각 단상 변압기 각각의 모든 상태입력들은 자체 이벤트화 되어 상위 MMS로 전송되거나, 또는 타 IED에서 이를 현장 Logic 입력으로 사용되기도 한다.

2.1.1 Phase Bay IED의 26W 감시 Logic

Phase Bay IED는 각 상에 설치되어 변압기 내부의 상태 감시 및 권선/유 온도 계측을 수행한다. 이 외에도 MTR 본체 및 OLTC의 유면계 감시, 96G 가스 압력 계전기 동작 감시 등의 기능을 수행하기도 하며, 주 기능인 FAN 구동 권선온도감시는 기존 WTI(Winding Temperature Indicator)를 통하여 Digital Input(이하, DI)로 입력 받거나 RTD 혹은 PT100을 이용한 직접 센서 감시를 통하여 계측되기도 한다. 권선/유 온도는 일반적으로 4-Level로 구분되어지고, 특히 Level 3/4는 냉각이 필요한 상태이며, 어떠한 경우에는 Level3와 4가 다른 기능을 요구할 수도 있다. 그림 2는 이와 같은 Phase Bay IED의 기능 Logic이다.



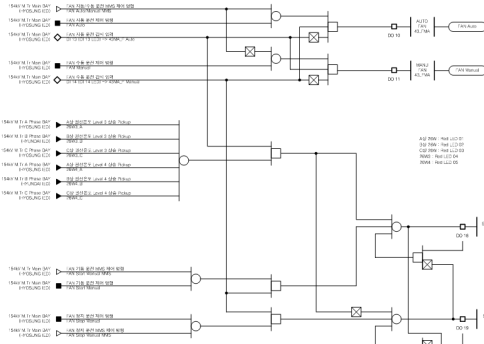
<그림 2> Phase Bay IED의 Logic

2.1.2 Main Bay IED의 FAN 제어 Logic

Phase Bay IED의 26W Level 3/4의 GOOSE 입력은 Main Bay IED의 FAN 제어 Source로 이용된다. 이는 Main IED의 FAN 제어가 Auto Control 이어야 동작 가능하다. 각 Phase Bay IED 출력은 모두 OR Logic에 연결되며, 이중 하나라도 들어오지 않는다면 FAN Stop 제어가 수행된다. 기타 FAN Motor 보호 계전기가 동작하면 나머지 정상 FAN을 모두 구동해 주는 FAN Safety는 실제 사용되지 않으며, 현장에서의 FAN Manual 조작도 허용되지 않는다. 그림 3은 이에 대한 Logic을 설명한다.

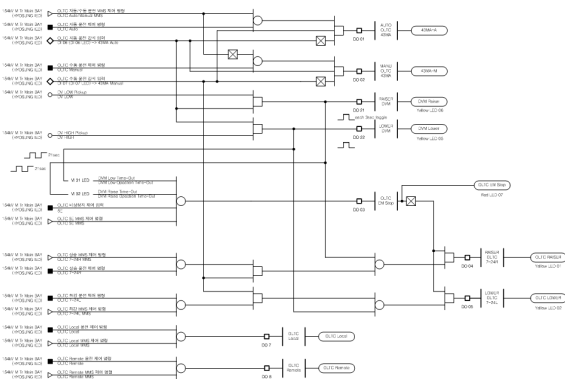
2.1.3 Main Bay IED의 OLTC 제어 Logic

OLTC의 경우 기존의 시스템에서는 Automatic Voltage Regulator (이하, AVR)가 모든 기능을 수행하였으나, 이에 대한 DVM 등은 현재 Main Bay IED로 기능을 이관하였다. 또한 OLTC Raiser/Lower 등의 기능 수행 시 발생하는 OLTC Sliding Block 및 OLTC 50 Block은



〈그림 3〉 Main Bay IED의 FAN 구동 Logic

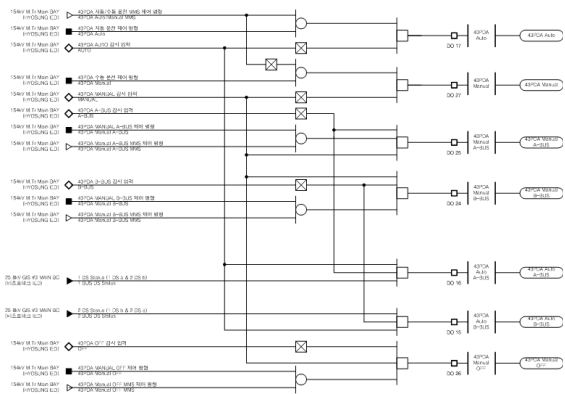
Main Bay IED로 기능이 흡수되었고, 특히 OLTC 50 Block에 대한 Source는 Protection IED에서 GOOSE로 입력 받는다. Raiser/Lower 시 3초 Pulse의 출력 신호를 7번 수행한 후에도 OLTC의 Tap Changing 이되지 않으면 OLTC Sliding Block을 수행하여 동작을 억제한다



〈그림 4〉 Main Bay IED의 OLTC 구동 Logic

2.1.4 Main Bay IED의 43PDA 제어 Logic

43PDA는 이중 모선의 PT 2차 전압을 절체시키는 Switch로써 Main IED의 DVM Source를 입력받기 위해서 사용한다. 이는 25.8kV GIS Main IED를 통하여 입력된 GOOSE를 감시하여 자동으로 선택된다. 그림 5는 이에 대한 수행 Logic을 보여준다



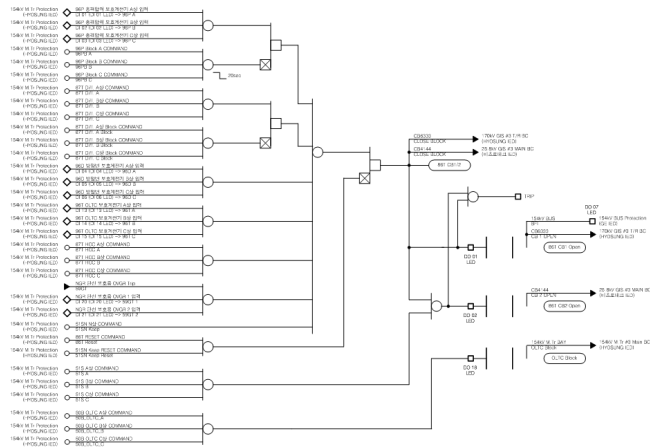
〈그림 5〉 Main Bay IED의 43PDA 구동 Logic

2.2 MTR Protection IED의 적용

변압기 보호용 Trip Logic은 기존과 크게 달라진 부분은 거의 없으나 기존의 직접 CB 제어가 아닌 GOOSE 출력을 각 차 GIS IED로 전송하여 실제 Trip 제어를 하는 것이 큰 특징이다. 또한 51P/PN의 경우 GIS IED에서 수행하고, 59GT의 경우는 25.8kV GIS PT Bay IED가 수행하여 GOOSE를 입력받아 처리한다.

변압기 고장은 중고장이기 때문에 보호 계전 Source에 따라 연동할 수 없으며, 한번 고장 판단을 한다면 현장 작업자가 수동으로 Reset 할 때까지 상태 유지를 해야한다. 이를 변압기 보호용 86T(Lock-Out) 이라고 하는데, 이와 같은 경우 CB Close 도 수행되면 안되므로 이를 위한

각 CB Close Block 신호를 86T Reset 수행 전까지 지속하여 전송한다. 86T가 아닌 51S 등의 요소는 동작과 연동하게 된다. (2차 CB Trip)). 또한 1차 CB Trip 시 BUS Prot'를 위한 BFI를 제어케이블과 GOOSE로 즉시 전송된다. 96P/DT 등 외부 기계식 보호요소는 모두 IED 내부로 DI 입력되어 기능을 수행하고 특히 96P의 고속 50Block도 기존과 동일하다. 그림 6은 전체 Trip Logic을 설명한다.



〈그림 6〉 Main Bay IED의 43PDA 구동 Logic

2.3 실제 현장 적용 모습



〈그림 7〉 현장 적용 모습

현재 충북 충주 풍동S/S에서는 SA 시범사업이, 제주 성산S/S에서는 스마트 그리드 실증사업이 진행 중이며, 위는 풍동S/S의 모습이다. 모두 기존 계통과 병렬로 설치되어 있고, 또한 모든 주요 IED 제어 출력은 I/O Box를 통하여 상위 시스템에 전송되어져 IED의 성능을 시험 중이며, 나아가 시스템의 성능도 시험 진행 중이다. 진행 중에 관련 업체 및 한국전력, 한전KDN에서 주기적으로 회의를 열어, SA 구축에 대한 의견 및 보완점 등을 공유할 예정이다.

3. 결 론

변압기 Bay 뿐만 아니라 GIS 및 상위 시스템에 관련된 지속적인 SA 시스템 연구개발의 산출물으로써 축적된 SA 현장 제어 엔지니어링 기술을 변전소 현장에 적용함으로써, 신뢰성과 효율성을 검증하고 비즈니스 모델로써 필요충분조건이 성립되었다. 다만 해외 선진사들의 IED 및 적용기술에 아직 경쟁력을 갖지 못하는 바, 이를 계기로 변전소 전 분야의 엔지니어링 기술을 더욱 더 발전시킨다면 이는 세계적인 경쟁력을 가질 수 있는 필수 요건이 될 것이고, 전력 강국으로써의 우리나라를 대변하게 될 것으로 사료된다

[참 고 문 헌]

[1] 한국전력 변전운영팀, "IEC6180기반 SA용 154kV M.Tr IED", 한전 일반규격 GS-5945-1001, 2009.11
 [2] 고운석, "변전소 자동화를 위한 지능형 솔루션 개발에 대한 연구", 2005년도 대한전기학회, 2005.7
 [3] 김해누리 등, "IEC61850을 적용한 변전소 IED반 기술규격에 관한 연구", 2006년도 대한전기학회, 2006.7
 [4] 한국전력 송변전운영처 변전운영팀, "154kV 변압기 보호배전반", 한전 일반규격 GS-158-465-6, 2008.12