

IEC61850을 적용한 변전소 IED반 기술규격에 관한 연구

김해누리*, 김영희*, 김일동**, 장병태***, 정길조***
 *영지대학교, **두원공과대학, ***전력연구원

Study on Substation IED Technical Specification based on IEC61850

Hae-Nu-Ri Kim*, Myong-Hoe Kim*, Il-Dong Kim**, Byung-Tae Jang***, Gil-Jo Jung***
 *Myongji University, **Doowo n Technical College, ***KEPRI

Abstract - 최근 전력 계통 분야에서 통합화, 자동화가 활발히 이루어지고 있다. 그래서 기존의 전기장비들이 통신 기능을 갖는 마이크로 프로세스 기반의 IED(Intelligent Electronic Device)로 대체하게 되었고 이로 인해 IEC61850기반의 IED구현에 대한 관심이 급증하고 있고 활발히 진행되고 있다. 단일 표준화가 이루어지기 전 다양한 프로토콜의 사용에 따른 호환성 결여 문제를 IEC61850을 통해 해결할 수 있게 되었다. 이로 인하여 기존 기술규격 또한 달라져야 한다. 본 논문은 1차 설비와의 인터페이스 및 통신장치들이 IEC61850적용을 위해 갖추어야 하는 IED반의 기술적인 요구사항들을 검토하고 언급하였다.

1. 서 론

변전소자동화를 구현하는데 있어 가장 큰 문제점은 IED마다 제작회사가 달라서 각자 독립적인 기술로 IED를 개발하므로 원활한 정보교환이 어렵다는 점이다. 이를 극복하기 위하여 변전소내의 시스템 구조 및 통신 네트워크를 포함하는 통합표준이 필요성이 대두되었다. 변전소자동화 표준에 대한 연구는 1990년대 초반 미국과 유럽에서 동시에 시작되었다. 미국에서는 EPRI가 UCA2.0을 만들고 유럽에서는 IEC가 IEC61850을 개발하였다. 이 두 가지 표준은 UCA2.0의 데이터 모델과 서비스를 기반으로 하고 이를 포괄하는 IEC61850으로 통합되었다.

표준 프로토콜인 IEC61850으로 인해 각 IED 간이나 시스템 전체의 정보 교환 등 기존에 할 수 없었던 부분은 한 번에 해결할 수 있게 되었다. 그만큼 IED를 개발하는 여러 개발자들의 입장에서는 기존의 표준 규격으로는 제작할 수 없는 부분이 생기게 되었다. 그리하여 본 논문에서는 IEC61850을 적용한 변전소 IED반 기술규격에 대해 언급하고 IEC61850 표준 규격으로 인해 수정되어야 할 부분 및 추가해야 할 부분에 대해 설명하였다. 또한 수정되어야 할 기술 규격에 맞는 개발자들의 방향에 대해 언급하였다.

2. 본 론

2.1 IEC61850기반 SAS 기본 구성

IEC61850은 변전소의 모든 데이터 및 정보를 디지털화하고 이것을 통신채널을 통하여 연결해서 변전소 내 어느 장치에서도 양방향 통신으로 정보들을 이용할 수 있는 구조를 가능하게 한다. 즉 1차 설비인 변압기, 차단기 등의 스위치 설비에도 광통신선과 같은 통신선로만 연결된다면 운영 및 제어가 가능하고 그동안 사용하던 제어용 케이블이 필요 없게 된다. 따라서 과거와는 달리 배선과 신호로 제어하던 부분이 순수하게 정보처리만으로도 운영 및 제어를 할 수 있게 된다.

결과적으로 SAS 기본 구성은 1차 설비 중 일부는 디지털정보로 송수신하고 정보처리를 할 수 있는 IED들로 구성된다.

2.1.1 SAS 기본 구성

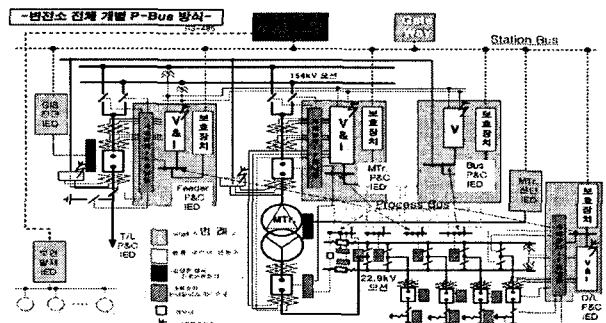
IEC61850기반 SAS 기본 구성에는 많은 설비들이 새롭게 개발되어야 한다. 또한 통신 구조 및 정보 교환 방법에도 변화가 필요하다. 다음은 기본 구성 요소들을 서술하였다.

- 통신용 스테이션 버스와 베이벨 프로세스 버스가 있어야하며 모든 IED반은 스테이션 버스를 통하여 변전소 중앙 HMI와 정보교류 할 수 있어야 한다.
- Hard Wiring을 최소한으로 줄인다.
- 모션 보호, 제어를 위하여 별도의 프로세스 버스를 설치하고, 모션 보호, 제어용 프로세스 버스와 각 베이 프로세스 버스는 라우터(Router)로 연결하여 필요한 정보를 교신한다.
- 각 통신버스는 100Mbps Ethernet으로 하고 프로세스 버스는 중요성을 고려하여 2중형 또는 Ring형으로 하고 스위치 전원을 이중으로 한다.
- 1차 설비(전력설비 및 각종 개폐기)를 제어하고 그 상태를 감시하기 위하여 별도의 인터페이스(IP) 장치 또는 입출력(I/O)장치를 개발 설치한다.
- 프로세스 레벨로부터 전압, 전류정보를 받아들이기 위하여 머징유닛(Merging Unit)을 적용하며, 시각동기가 맞는 전압, 전류 데이터를 얻기 위하여 베이벨로 머징유닛을 사용한다.

- IED반은 분산배치를 원칙으로 하며 가능한 피보호·제어 설비 근처에 배치한다.
- 보호 IED와 제어 IED는 장치자체를 통합하지는 않지만 각 장치를 하나의 IED반에 수용한다.
- IED반의 구조는 변전소의 어느 곳에도 위치 할 수 있는 구조로서 내·외부로부터의 열, 광, 가스, 습기, 먼지 및 진동으로부터 보호되는 구조이어야 한다.[1,2]

2.1.2 구성 및 배치

IEC61850기반 SAS 기본 구성은 각 설비들이 베이 레벨의 제어 및 보호 IED이상의 장치들은 디지털화되어 통신으로 연결되고, 그 이하 프로세스 레벨은 제어케이블을 통한 아날로그 시스템으로 기존의 시스템과 동일하지만 앞으로 프로세스 레벨도 디지털화되어야 한다.



<그림 1> IEC61850기반 154kV SAS 기본 구성 및 배치

2.1.3 기존 SAS와의 차이점

<표 1>은 기존 SAS와 IEC61850기반 SAS의 차이점에 대해 서술하였다
 <표 1> 기존 SAS와 IEC61850기반 SAS의 차이점

	기존 SAS	IEC61850기반 SAS
Switch Yard설비.장치(I ED반 연결방법)	Cable Wiring	프로세스 버스를 통한 Optical Fiber (허용 전송 지연시간은 정보의 긴급성에 따라 각각 정의하여 적용)
Sampling 동기	불필요(단 Pilot보호 제외), 일부 시각 동기는 일부 적용	분산된 A/D간에 Sampling동기 필요
정보 무결성(Integrity) 확보	Hard Wire로 연결되어 특별한 고려 불필요	Digital화 된 정보들의 무결성이 매우 중요(정보 생성/취급 장치 및 통신 시스템의 적절한 설계 필요)
시퀀스 로직 구현	Wired Logic Seq	Language Processing Logic
보호반, 현상제어반 구성	별도로 구성 별도 위치	보호반과 제어반이 합쳐져 현상설치 가능
전압, 전류 정보 Sampling Rate	16 samples/cycle(전기품질 감시기능 없음)	보호용, 거래용, 전기품질 감시용 등 전기 품질 감시 정도에 따라 다름
전압, 전류 Sampling 시각동기	불필요	Bay단위별로 시각동기 필요, 모션보호의 경우 전체 시각동기 필요

모선 PT 절체 Switch	사용	시스템은 불필요(소프트웨어로 처리)
동일 Bay내 CT회로 상호 Check	불가능	한 MU에서 정보 처리되거나 또는 동일 프로세스 버스에 정보가 공유됨
새로운 도면/문서류	불필요	신호 목록, Logical Diagram, ICD file등 필요

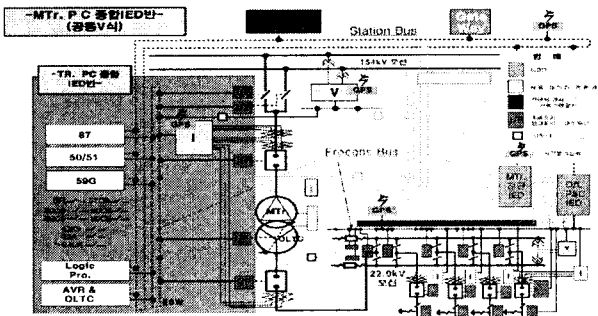
2.2 각 IED반 기술 규격

보호반의 구조는 내부에서 발생하는 열이 외부로 잘 발산되는 구조이어야 하며 또한 옥외 설치의 경우에는 태양광에 의한 열이 내부로 전달되지 않는 구조이어야 하고 문을 닫은 상태에서는 외부로부터 습기 먼저 등이 침입할 수 없도록 완전 밀폐 구조이어야 한다. 또한 문을 개폐하였을 때 침입한 습기가 어느 부위에 결로되어 장치의 특성에 영향을 줄 우려가 있는 경우에는 반 내부에 제습기능을 구비하여야 하며 비 또는 GIS세정장치에 의한 세정 시에도 전기적, 기계적 이상을 초래하지 않는 방수구조이어야 한다.

IED반에는 각 계전기, 스위치 및 기타 장치들의 동작 또는 조작에 따라 해당하는 보호 제어절차가 이루어지도록 하는 로직 프로세싱 기능이 있어야 한다.[3]

2.2.1 IEC61850기반 154/23kV 변압기 보호제어용 IED반

<그림 2>는 IEC61850기반 154/23kV 변압기 보호제어용 IED반을 적용한 예이다.

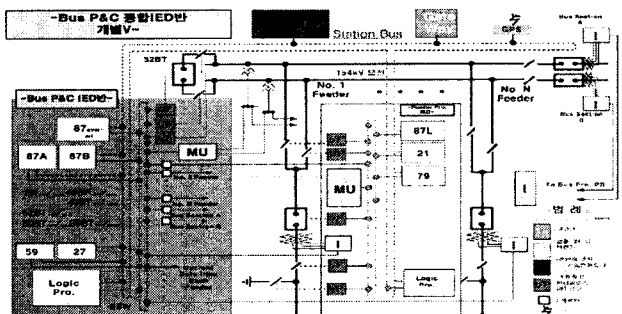


<그림 2> IEC61850기반 154/23kV 변압기 보호제어용 IED반

입력 전류신호의 시각동기를 위하여 1개 머징 유닛을 통하여 모든 CT전류를 변환시킨다. IED반은 보호·제어 공용으로써 각종 제어 스위치 및 제어용 로직 유닛을 포함하고 스위치야드나 GIS상태감시 결과를 표시해주는 보드도 포함하게 된다. 기존 배전반과의 차이는 2개반이 하나로 되는 것과 반내의 내부 배선이 거의 없어지는 점이다.

2.2.2 IEC61850기반 종합자동화용 154kV 모선(2중모선)의 보호용 IED반

<그림 3>은 IEC61850기반 종합자동화용 154kV 모선(2중모선)의 보호용 IED반에 적용한 예이다.



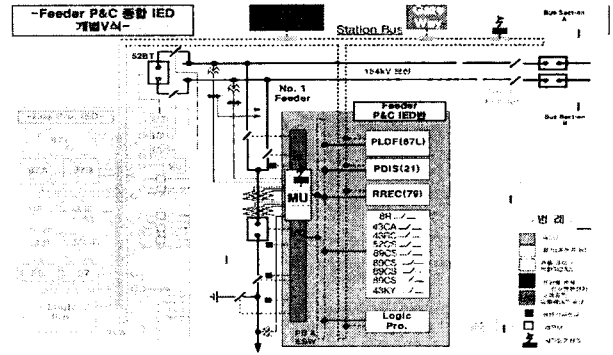
<그림 3> IEC61850기반 종합자동화용 154kV 모선(2중모선)의 보호용 IED반

모선보호·제어 IED반에는 모선 연결 차단기 제어까지 종합화 될 수 있고 동기화 되어 수집된 다수의 전류 신호를 취급하기 위하여 모선용의 별도 프로세스 버스를 채용하였다. 그러나 각 베이로부터 각 피더의 모선연결 상태 정보를 입수하기 위하여 라우터를 통하여 상호 연결이 필요하다. 모선 사고 발생시 해당 차단기의 trip 신호는 이 연결 통로는 물론 스테이션 버스를 통하여 전달될 수 있게 된다.

2.2.3 IEC61850기반 자동화용 154kV송전선 보호제어용 IED반

<그림 4>는 말, 변전소에 사용하는 IEC 61850기반 자동화용

154kV 송전선 보호·제어용 IED반에 적용한 예이다.

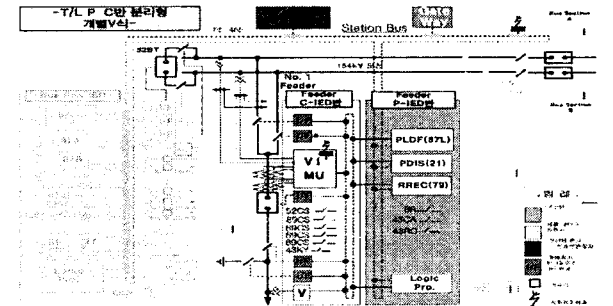


<그림 4> IEC61850기반 자동화용 154kV송전선 보호제어용 IED반

이 IED반은 현재의 보호계전기반과 현장 제어반을 통합한 형태로서 현재의 현장제어반 위치에 설치되어 운전된다. 반내의 배선을 최소화하고 장치들을 디지털화함으로써 가능해진다. 이러한 IED반이 제작가능하기 위해서는 머징유닛과 개폐기 및 전력설비 제어 감시용 I/O 유닛이 개발되어야 한다.

2.2.4 IEC61850기반 154kV 선로 현장제어용 IED반

<그림 5>는 IEC61850기반 154kV 선로 현장제어용 IED반을 적용한 예이다.



<그림 5> IEC61850기반 154kV 선로 현장제어용 IED반

제어용 IED반과 보호용 IED반을 분리해서 구성한 경우이다. 앞에서 소개한 종합형을 나눈 것으로 현재 이용되고 있는 배전반의 구성과 유사하다. 이 경우에는 두반 사이에 통신 연결선이 여러 회선 설치되어야 하는 부담이 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 변전소 종합자동화 프로토콜인 IEC 61850을 적용한 변전소 운용시스템을 구축하기 위한 기본적 조건들을 소개하였다. 지금까지의 자동화 시스템과의 큰 차이점은 프로세스 레벨에 통신버스를 두고 이를 이용하여 각종 정보를 공유하는 것이다. 이를 위하여 새로이 개발 되어야 하는 주요 장치로는 머징유닛(Merging Unit)과 개폐기 및 전력설비를 제어 감시하기 위한 I/O 유닛이다. 이들을 개발하는데 중요한 관점은 장치들의 신뢰성이다. 이들의 고장이나 결함은 전체 시스템 신뢰도와 직결되기 때문이다.

모선보호에서는 여러 피더로부터 입력되는 전류신호의 동기를 위하여 별도의 머징 유닛과 별도의 프로세스 버스를 필요로 한다. 모선과 각 피더의 연결 상태를 파악하기 위하여는 각 피더의 단로기 접속상태를 알아야 한다. 그러기 위하여 모선보호·제어용 프로세스버스는 각 베이의 프로세스 버스와 라우터를 통하여 연결이 필수적이다.

프로세스 버스의 형태는 신뢰도를 위하여 링형 또는 2중 모선형이 필요하고 연결용 스위치의 전원을 2중화하는 것이 요구된다.

[참고 문헌]

- [1] "시스템 성능검증 및 실증 시험을 위한 품질 보증방안", 2006. 5. 한전전력연구원 연구 보고서
- [2] Il-Dong Kim, "Experiences and Future Prospects on the Digital Relay Application and Substation Automation", IEEE/PES T&D Conference and Exhibition 2002 : Asia Pacific. 2002.
- [3] "보호계전기의 Object modeling에 대하여", 2006. 2. 미쓰비시전기주식회사 비영 자료,