

IEC61850기반의 송전선로 보호용 거리계전 IED 진단모듈 개발

김인용, 이승재, 최면송, 임성정
명지대학교

Development Diagnostic module for Line Protection Distance relay based on IEC61850

In-Woong Kim, Seung-Jae Lee, Myeon-Song Choi, Seong-Jeong Rim
Myongji University

Abstract - 기존에는 보호 계전기가 어떠한 상황이 되어 동작을 하게 되면 그 당시의 기록을 직접 인터페이스 하여 계전기 동작원인에 대해 분석을 하였다. 하지만 최근 변전소 자동화시스템이 도입되어 세계적으로 변전소 자동화 시스템이 구축되어 가고 있다. 이에 따라 업체들 또한 변전소 자동화 국제 표준 프로토콜인 IEC 61850규격에 맞추어 장비들을 개발함으로써 변전소 자동화가 진전되고 있다.

본 연구에서는 변전소 자동화용 IED들이 이벤트가 발생했을 때 IED들이 제대로 동작 하였는가에 대한 평가를 하는 진단 모듈을 IEC 61850기반으로 개발하여 변전소 자동화용으로 개발된 보호 계전 IED들에 대한 진단을 IEC 61850에서 정의하고 있는 서비스들을 이용하여 기존방식보다 편리하고 좀 더 정확하게 보호 계전 IED들을 진단 및 검증하는 방법을 제안한다.

1. 서 론

디지털 변전소 자동화 시스템이 활발하게 진행되어 가고 있는 가운데 보호계전 IED들 또한 국제 표준 규격인 IEC 61850기반으로 제작되고 있다. 이러한 보호계전IED들은 표준규격인 IEC 61850기반으로 규격에 정의해 놓은 기능들을 지원하게 된다. 기존에는 보호계전기가 이벤트를 발생했을 시 기록된 파일들을 사람이 직접 인터페이스를 하여 화면으로 보거나 인쇄하여 결과를 분석하였으나 IEC 61850기반의 보호 계전 IED들은 이벤트 발생 시 나오는 기록들을 저장하여 그 데이터들을 IEC 61850 Standard 에서 제안하는 Sampled Value로 전송 할 수 있다. 따라서 표준 IED를 만들어 Sampled Value를 전송 받아 IED가 정동작 했는지 아니면 오동작인지를 판별할 뿐 아니라 선로에 고장이 발생하여 동작을 했더라도 정확한 시간에 동작했는지 등의 여부에 대해 IED를 진단할 수 있다. 본 논문에서는 송전선로 보호용 거리계전 IED를 예를 들어 송전 선로 보호용 거리계전 IED를 진단하는 모듈을 개발하여 시스템을 구성하고 실험을 해 봄으로서 IED를 적절히 진단 할 수 있는가에 대해 입증하고자 한다.

2. 거리 계전 IED 진단 모듈

2.1 거리 계전 요소 구성

IEC 61850기반의 선로 보호용 거리계전 IED 진단 모듈을 개발하기 위해 우선 표준 거리계전 IED를 구성을 한다. 진단하기 위한 표준 거리계전 IED의 거리 계전알고리즘은 표준 데이터 모델과 통신 프로토콜을 이용하여 구성하였다. 또한 IEC 61850 기반으로 제작된 ABB와 GE사의 계전기 매뉴얼을 참조하여 공통의 supervising요소들을 뽑아내어 거리계전 알고리즘에 추가하였다. 여기서 제시하는 IEC 61850기반의 표준 거리계전 IED는 보호기능 논리 노드인 PDIS, PTOC, RPSB와 측정기능 논리 노드인 TCTR, TVTR, MMXU로 구성하였다.

2.1.1 변수 mapping

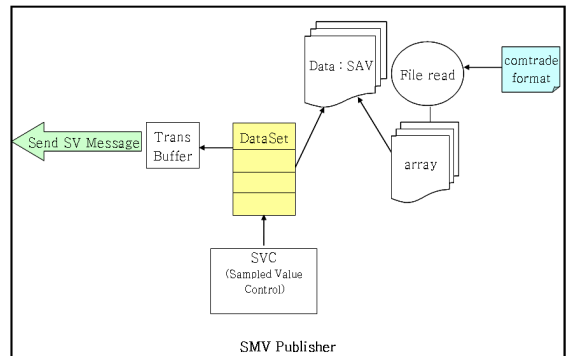
IEC 61850에서는 변전소 내의 모든 정보를 Logical Node라는 표준 인터페이스로 모델링 하고 데이터는 이들 Logical Node사이에서 전달되는 것이다. 내부 알고리즘과 그 구현 방법이 달라도 표준 인터페이스인 Logical Node만 일치하면 상호 교환성이 가능하여 서로 다른 회사의 제품일지라도 원활히 운용 할 수 있기 때문이다. 따라서 구현 할 표준 거리계전 IED의 계전 알고리즘과 IEC 61850에서 정의한 논리 노드들에 변수들을 서로 연결해 주어야 한다. 보호계전기 정정기준에 따라 계전 알고리즘과 정정치 들을 셋팅하였다. 다음 표에는 IEC 61850 Part 7-3, 7-4를 이용하여 계전 알고리즘에 필요한 데이터와 정정값들을 매핑한 변수들을 간단히 나타내었다.

<표 1> 데이터 매핑 리스트

필요한 데이터	IEC-61850 Standard
Va	TVTR1.MX.Vol.instMag.fl
Vb	TVTR2.MX.Vol.instMag.fl
Vc	TVTR3.MX.Vol.instMag.fl
Ia	TCTR1.MX.Amp.instMag.fl
Ib	TCTR2.MX.Amp.instMag.fl
Ic	TCTR3.MX.Amp.instMag.fl
거리계전 동작신호	PDIS.ST.Op.general
거리계전delay time	PDIS.SP.OpiTmms.setVal
리액턴스 정정	PDIS.SP.X1.setMag.f
접지저항	PDIS.SP.RisGndRch.setMag.f
고장 상의 저항	PDIS.SP.RisPhRch.setMag.f
리액턴스 위상각	default(angle 5)
블라인드 요소	PDIS.SP.LinAng.setMag.f
후방 위상각 요소	default(angle 115)
트립 발생 신호	PTRC.ST.Op.general
과전류 동작 신호	PTOC.ST.Op.general
과전류계전delay time	PTOC.SP.OpDiTmms.setVal
PowerSwing판별시간	RPSB.SB.SwgTmms.setVal
Blocking 요소	RPSB.ST.BlkZn.general

2.2 Sampled Value 전송

IEC 61850의 특징 중 하나는 Sampled Value 전송이다. IED 또는 DFR에 저장된 사고 기록 파형을 SMV(Sampled Multicast Value)로 변환하여 사고 상황과 동일한 환경에서 IED를 시험 할 수 있다. 다음 그림은 Comtrade된 사고기록 파형을 Sampled Value 메시지로 변환하는 과정을 나타낸 것이다.

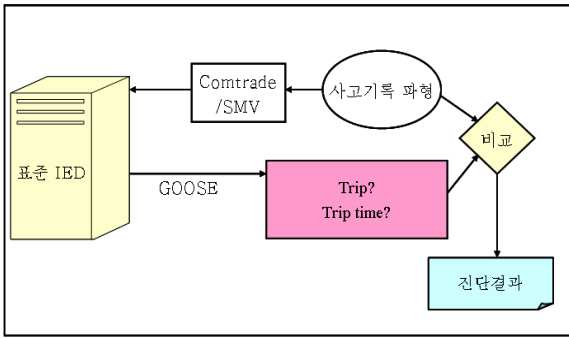


<그림 1> Model for Transmission of Sampled Value Publisher

2.3 IEC61850기반의 IED 진단 모듈

Sampled Value형태로 전송된 데이터들을 진단하기 위한 표준 IED를 PC 상에 구현을 해놓았다. 구현된 계전 알고리즘에 comtrade된 사고 기록 파형을 Sampled Value로 전송하여 계전 알고리즘을 적용한 후 GOOSE 메시지로 트립신호가 검출되는지를 확인 할 수 있다.

따라서 표준 IED에서도 사고 기록 과형과대로 동작을 하는지 했다면 그 동작시간은 어떤지 등을 비교하여 IED를 진단 할 수 있다.



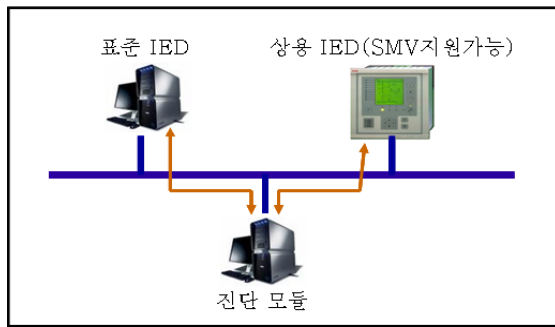
<그림 2>진단 모듈의 동작 시퀀스

3. 사례 연구

3.1 테스트 시스템 구조

본 논문에서 제안한 진단 모듈의 성능을 검증하기 위해서 다음 그림과 같은 구조의 진단 시스템을 구성하였다. 표준 거리계전 IED를 PC상에 구현하고 진단 모듈과 LAN으로 연결하였다. 또한 상용IED (단, Sampled Value 기능이 지원 가능한 IED)를 적용할 수 있다.

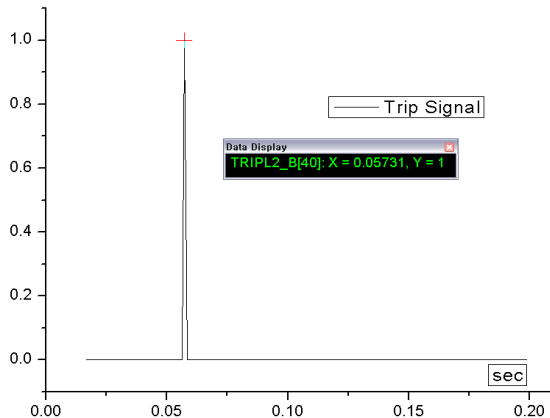
이렇게 구성된 시스템은 각각 IED에 Sampled Value를 전송한 후 IED들의 동작을 원래 사고 기록과형과 비교하여 IED를 진단하는 방식이다.



<그림 3>테스트 시스템 구성도

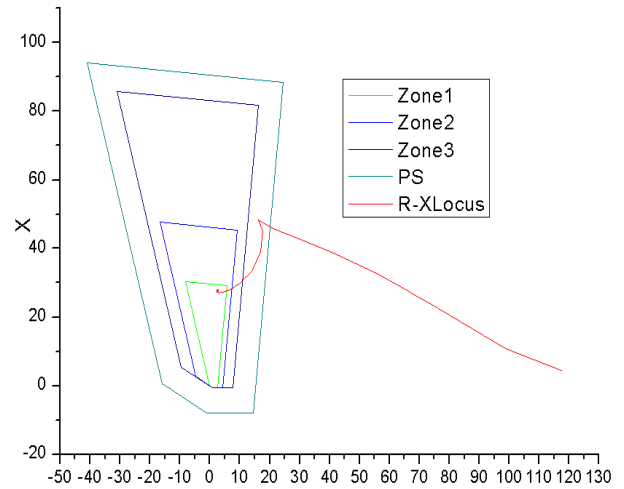
3.2 시뮬레이션

실제 사고 기록이 저장된 Comtrade 형태의 데이터를 DFR 또는 IED로부터 취득하여 Sampled Value로 변환한 후 구현한 표준 거리 계전 IED에 전송하였다. <그림 4>에서 보는 바와 같이 Comtrade된 기록에서는 0.05sec 후에 Zone1 안에서 사고가 시작된 것으로 기록 되어있다. 이 때 표준 거리 계전 IED에서SMV를 전송 받아 거리계전 알고리즘을 적용하였더니 0.0537sec 에 트립 신호를 발생하였다. 이 경우는 동작한 거리 계전 IED가 정상동작을 하였다.



<그림 4>Trip Signal 발생 시간

여기서 단순히 Trip 신호의 유무만으로 판별하지 않고 정상 동작임을 검증하기 위해서 다음 <그림5>에서 나타난 바와 같이 표준 IED에 정정된 Zone영역과 임피던스 궤적을 도시함으로써 정상동작 유무를 확인 할 수 있다.



<그림 5>임피던스 궤적

4. 결 론

변전소 자동화 시스템이 활발히 진행되어가고 있는 가운데 그 표준 규격인 IEC61850 기반으로 개발되어 운용하게 되는 보호계전 IED들이 개발되고 있다. 이러한 변전소 자동화 시스템용 IED들은 기존과는 다르게 본 논문에서 제안한 방식에 의해 이벤트가 발생할 경우 IED에 대해 적절히 진단 할 수 있음을 입증 하였다. 또한 본 논문에서 실험한 거리 계전 IED뿐만 아니라 다른 종류의 보호계전 IED들에 대해서도 이러한 진단 방식이 활용 할 수 있다.

[감사의 글]

본 연구는 과학기술부/한국과학재단 우수연구센터육성사업의 지원으로 수행되었으며(차세대전력기술연구센터), 이 연구에 참여한 연구자의 일부는 『2단계 BK21 사업』의 지원비를 받았음

[참 고 문 헌]

- [1] IEC 61850-7-2, Communication Networks and System in Substations Part7-2: Basic communication structure for substation and feeder equipment Abstract communication service interface (ACSI)
- [2] IEC 61850-7-4, Communication Networks and System in Substations Part7-4: Basic communication structure for substation and feeder equipment Compatible logical node classes and data classes
- [3] IEEE Std C37.111-1999, IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power Systems
- [4] 보호계전기 정정기준 수립에 관한 연구, 한국전력거래소, 2003년