

RTDS를 이용한 IEC61850 기반 Merging Unit 통신 테스트 시스템 구축에 관한 연구

홍준호, 최면송, 이승재
명지대학교 차세대 전력기술 연구센터

임성정
한국전기연구원

박동호
현대중공업

A Study on the Establishment of Merging Unit Communication Test System using RTDS based on IEC61850

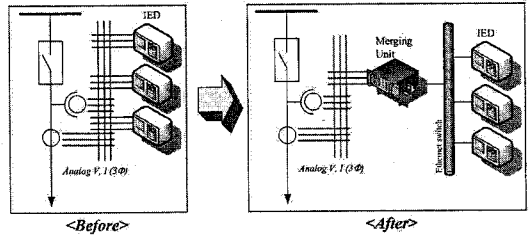
Jun-ho Hong, Myeon-song Choi, Seung-jae Lee
Myoungji University, NPTC

Seong-jeong Rim
KERI

Dong-ho Park
Hyundai Heavy Industries

Abstract - 병합장치(merging unit: MU)는 변류기(CT)와 변성기(VT)로부터 계측된 전류와 전압을 이더넷을 통해 샘플값(sampled value: SV) 메시지를 전송하는 IED이다. 본 논문에서는 병합장치(MU)의 통신 성능 테스트하기 위한 시스템을 구축하는 방법을 제시하였다. RTDS를 이용하여 계통을 모의하고 샘플값 메시지를 지원하는 과전류계전(OCR) IED를 구축 한 후 계통에 모의 고장을 통해 CB를 동작시킴으로써 성능을 확인하였다. 또한 상용 IED를 연결하여 CB 동작 테스트를 통해 구축한 통신 테스트 시스템의 상호운용성을 확인하였다.

있는 편리함이 있다.



<그림 1> MU 적용 전, 후의 구조변경

1. 서 론

최근 송배전 시스템 분야에서는 기존의 인간의 조작을 최소화 시키는 자동화, 원격제어 및 감시화의 관심이 급증되고 있다. 이와 관련한 연구가 변전소 자동화 표준 규격인 IEC 61850을 중심으로 활발히 연구가 진행되고 있다. 국외에서는 이미 이와 관련한 IEC 61850 기반의 상용화 IED 제품들을 개발하여 활용하고 있으며 국내에서도 IEC 61850을 지원하는 IED를 개발 하고 있다.

기존의 계전기는 CT, VT와 구리선으로 연결되어 있어 계전IED의 추가 및 재배치 시 번거로운 작업이 필요하지만 IEC 61850 기반의 병합장치(MU)는 복잡한 구리선 결선을 줄이고 CT, VT로부터 계측한 측정값을 이더넷을 통해 샘플값 메시지로 전송하게 된다[1-3]. 현재까지 MU의 샘플값 메시지를 지원하는 상용화 IED가 희소하여 개발된 MU의 통신 성능을 테스트해 볼 방법이 쉽지 않았다. 그래서 본 논문에서는 MU의 통신 성능을 테스트 할 수 있는 시스템을 구축하는 방법에 대해 연구하였다.

RTDS를 이용하여 계통을 시뮬레이션 하고 샘플값 메시지를 지원하는 계전IED를 구축하여 계통 모의 고장을 통해 CB를 동작시킴으로써 MU의 통신 성능을 검증하였다. 또한 MU를 제거한 후 상용 IED를 검증시스템에 연결하여 CB를 동작한 시간과 MU를 부착한 상태에서의 CB를 동작 한 시간을 비교분석해 봄으로써 테스트 시스템의 완성도를 확인하였다.

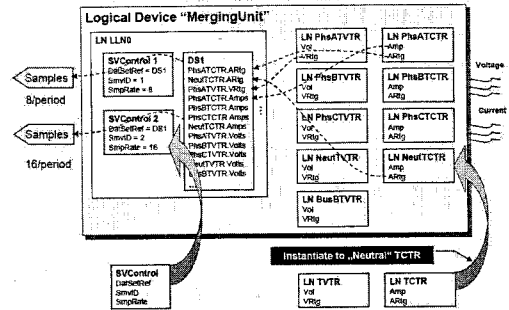
2. IEC 61850 기반의 MU

2.1 MU의 기능 및 필요성

MU는 <그림1>과 같이 CT와 VT로부터 구리선으로 결선되어 계측된 값을 네트워크를 통해 샘플값 메시지를 사용하여 보호 IED나 Bay controller에 전송 한다. 기존의 변압기와 계전용 IED에 구리선으로 연결된 복잡한 결선을 하나의 네트워크 선으로 교체 할 수 있으며, 측정 된 값을 보호용이나 감시용등 다양한 곳에 사용할 수 있다. 또한 변압기 교체 시에 상용하는 계전용 IED로 바뀌어야 하는 불편함이 없이 MU만 추가하여 사용할 수

2.2 샘플값 메시지 서비스

샘플값 메시지 서비스는 프로세스 레벨과 베이 레벨 사이의 통신 구조를 가지며, <그림2>와 같이 측정된 전압, 전류의 값을 A/D변환하여 데이터 집합(Dataset) 형식으로 각각의 IED로 전송되어진다. 샘플값 메시지의 정보 교환은 발신/수신 방식으로 이루어진다. 발신자는 송신측 로컬 버퍼에 값을 넣고, 수신자는 수신측의 버퍼에 저장된 값을 읽어 들인다. 보내지는 값에는 시간정보가 들어가게 되고 수신자는 시간의 적합성을 체크하게 된다[4].



<그림 2> 샘플값 메시지 제어블록 구조

2.3 IEC 61850 기반 MU 통신 요구사항

A/D변환되어 전송되는 샘플값 메시지는 실시간에 대한 요구사항이 필요로 하며 IEC 61850 변전소 자동화 시스템에서의 샘플값 메시지의 인터페이스는 클래스 별로 <표 1>과 같은 전송 요구 시간이 주어진다. P2 클래스의 경우 전송시간은 3[ms]이내이어야 하며 16샘플링 A/D변환을 하여 1초에 약 960개의 샘플값 메시지를 전송하여야 한다.

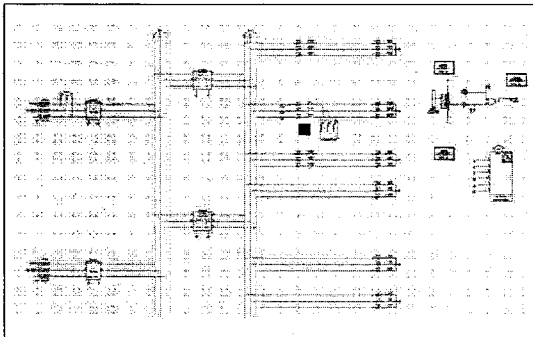
<표 1> 샘플값 전송 요구사항

| Data type | Class | Transmission time (ms) defined by trip time | Resolution (Bits) Amplitude | Rate (Samples/s) Frequency |
|-----------|-------|--|--------------------------------|-------------------------------|
| Voltage | P1 | 10.0 | 13 | 480 |
| Current | | | 13 | |
| Voltage | P2 | 3.0 | 16 | 960 |
| Current | | | 16 | |
| Voltage | P3 | 3.0 | 16 | 1 920 |
| Current | | | 16 | |

3. IEC 61850 기반 MU 통신 테스트 시스템

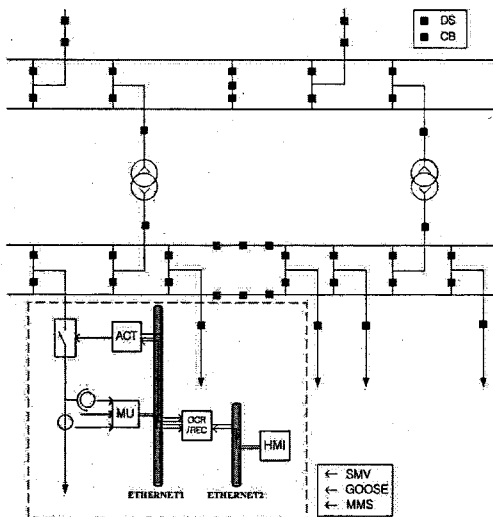
3.1 RTDS 모델링

<그림 3>에 나타낸 바와 같이 RTDS 모델은 RSCAD를 이용하여 국내의 전형적인 154[kV] 변전소를 모델링하였다. 모델링한 변전소는 2개의 송전선로와 2개의 변압기(154/22.9)와 이중 모선 및 6개의 배전선로로 구성하였다. 외부 인터페이스와의 연결은 첫째로 아날로그 3상 전류와 전압값 출력을 하였고 둘째로 CB의 상태를 DI로 입력을 받는다. 계통의 고장모의는 통신 속도 테스트를 위해 지락사고 및 단락 사고를 통한 순시계전을 모의하였다.



<그림 3> RTDS 시뮬레이션 모델

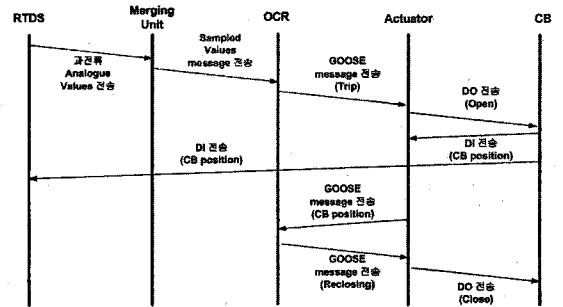
3.2 통신 테스트 시스템의 전체 결선도 및 동작 시퀀스



<그림 4> 테스트 시스템 적용시의 결선도

통신 테스트 시스템의 결선도는 <그림 4>와 같이 RTDS 시뮬레이션 모델의 배전선로 부분의 전압, 전류를 값을 MU에서 받아오며 샘플값 메시지로 OCR IED

에 전송하여 CB를 동작함으로써 실질적인 MU의 통신을 확인할 수 있다. 또한 RTDS를 이용하여 적용하고자 하는 분야를 시뮬레이션 하여 어느 계통에서든 MU를 추가하여 동작 환경을 모의 해 볼 수 있다. <그림 5>에서는 테스트 시스템의 동작 시퀀스를 보여주고 있다.

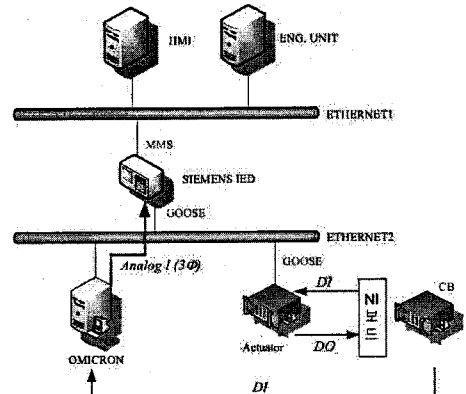


<그림 5> 테스트 시스템의 동작 시퀀스

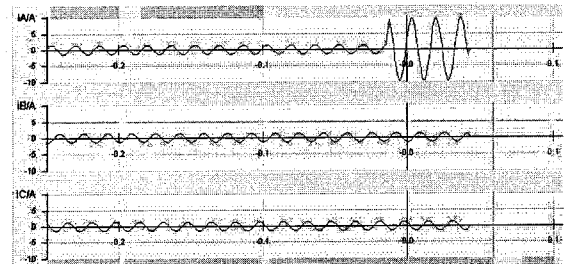
4. 사례연구

4.1 상용화 IED를 통한 테스트 시스템 동작 시험

<그림 6>과 같이 상용화 IED를 연결시의 테스트 시스템의 동작을 확인하기 위해 CB 동작 테스트를 실시하였다.



<그림 6> 상용화 IED 연결시의 테스트 시스템

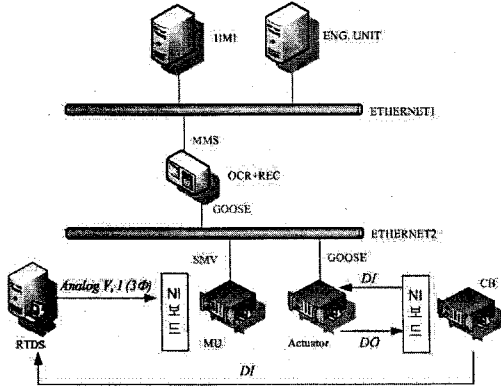


<그림 7> 상용화 IED의 a상 지락사고 파형

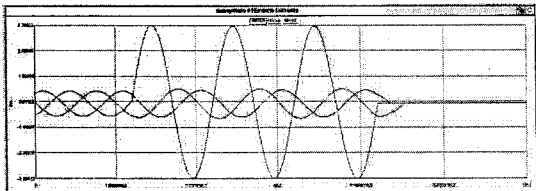
테스트는 시스템의 전체 동작시간을 판단하기 위하여 순시 계전을 모의 하였다. a상 지락 사고 발생시 상용화 IED의 GOOSE 메시지를 Actuator에서 받아 CB를 동작 시킨 후 전류를 입력하는 OMICRON에서 DI로 차단기의 상태를 입력받아 전류의 입력을 중단 시키는

시퀀스로 진행 되었다. 고장 모의의 파형과 시간은 <그림 7>과 같으며 첫 번째부터 순서대로 a, b, c상의 전류값을 나타낸다. a상의 전류값을 보면 순시 고장 발생 시 부터 고장 제거 시 까지는 3주기 반 인 약 58[msec]정도가 소요되었음을 알 수 있었다.

4.2 MU를 통한 테스트 시스템 동작 시험



<그림 8> Merging Unit 연결시의 테스트 시스템



<그림 9> Merging Unit 연결시 a상 지락사고 파형

| No. | Type | Source | Description | Priority | Info |
|-----|----------|--------|-------------|----------|------|
| 958 | 0.994949 | | | | |
| 959 | 0.996684 | | | | |
| 960 | 0.996775 | | | | |
| 961 | 1.000075 | | | | |
| 962 | 1.000517 | | | | |

1초에 960개 전송

<그림 10> 샘플값 메시지 전송 속도

<그림 8>과 같이 MU를 연결시의 테스트 시스템의 동작을 확인하기 위해 MU를 연결하여 CB 동작 테스트를 실시하였다. 테스트는 시스템의 전체 동작시간을 판단하기 위하여 순시 계전을 모의 하였다. <그림 5>와 같이 a상 지락 사고 발생시 MU의 샘플값 메시지를 계전 IED에서 받아 GOOSE 메시지로 Actuator에 전송 후 CB를 동작 시킨 후 RTDS에서 DI로 차단기의 상태를 입력받아 전류의 입력을 중단 시키는 시퀀스로 진행 되었다. 고장 모의의 파형과 시간은 <그림 9>와 같으며 순시 고장 발생 시 부터 고장 제거 시 까지는 3주기인 약 50[msec]정도가 소요되었다. 본 논문에서 사용되어진 MU는 <표 1>의 P2 Class 인 16 sampling을 기준으로 개발되었으며 <그림 10>과 같이 1초에 960개의 샘플값

메시지를 전송하였다. 또한 3상 전류와 전압을 전송하는 6개의 채널을 사용하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 IEC 61850 기반의 MU의 통신 성능 테스트 시스템 구축에 관하여 연구하였다. 기존의 MU의 검증 방법은 샘플값 메시지를 패킷 분석 프로그램으로 전송 속도 및 데이터를 분석하는 방법으로 하였지만 샘플값 메시지를 수신(subscribe) 할 수 있는 IED를 구하기 힘들기 때문에 실제 시스템에서의 동작을 확인하는데 어려움이 있었다. 따라서 RTDS를 이용하여 계통의 고장을 모의 할 수 있는 시뮬레이션을 설계하고 MU에 3상 전류와 전압값을 입력하였다. 또한 샘플값 메시지를 지원하는 계전 IED를 구축하여 실제 CB를 동작시킴으로써 MU의 통신 성능을 검증하였다. 실험 결과 상용 IED를 통한 CB의 동작시간과 MU를 통한 CB의 동작시간이 거의 차이가 없는 것을 확인할 수 있었다. 향후 이더넷 기반의 시스템의 특성상 실제 계통과 같이 MU 및 계전 IED가 여러 개 연결될 경우에 대해서도 이와 같은 성능이 나올 수 있는지에 대한 신뢰성 연구가 요구된다.

감사의 글

본 연구는 에너지자원 인력양성 사업의 전력IT 인력양성사업 지원으로 수행되었으며(전력IT 인력양성사업 센터), 이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 '2단계 BK21 사업'의 지원을 받았다

[참고 문헌]

- [1] IEC61850-1 Communication networks and systems in substations, Part1: Introduction and overview
- [2] IEC61850-5 Communication networks and systems in substations, Part5: Communication requirements for functions and device models
- [3] IEC61850-8 Communication networks and systems in substations, Part8: Specific Communication Service Mapping (SCSM) - Mappings to MMS(ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3
- [4] Alexander Apostolov, 'IEC 61850 distributed Analog values Applications in Substation Automation System', IE EE PES General Meeting, p.1155-1162, June 2005