

# IEC 61850기반 IED GOOSE 통신시험

(the GOOSE Communication Test of IEC 61850 based IED)

이남호 · 이민수 · 장병태 · 한정열 · 송인준 · 안용호

( N.H Lee · M.S Lee · B.T Jang · J.Y Han · I.J Song · Y.H An )

한국전력공사 전력연구원

## Abstract

IEC 61850 based substation automation system is operating with Generic Object Oriented Substation Event message when an IED need to send an important signal to other IEDs or receive the signals from another IED such as trip and interlock. So interoperability of substation automation system may be assured throughout the verification of IED GOOSE. This paper shows a testing contents for GOOSE subscription and publish of IEC 61850 based IED and describes how to analysis the result of GOOSE testing. Now domestic IED completed by GOOSE test of this study are working in KEPCO test field.

## 1. 서론

IEC 61850 변전자동화 국제규격이 제정된 이후 전 세계적으로 IEC 61850 기반의 다양한 IED 제품이 양산 중에 있으면 국내에서도 전력IT과제인 디지털기술기반의 변전자동화 시스템 개발을 통해 IED 시작품의 개발이 완성되었다.[1-2] IEC 61850 IED를 적용한 변전자동화시스템의 경우 IED간의 정보 전달은 특별한 통신규약으로 정의된 GOOSE(Generic Object Oriented Substation Event)메시지를 사용하여 이루어진다.[3] GOOSE 메시지에 적용되는 것이 주로 트립과 인터락 등 변전소의 보호를 위한 중요 신호이다 보니 IED의 실재통 적용 전 이에 대한 검증은 매우 중요한 것이다. 본 논문은 IED의 GOOSE 성능 검증을 위해 필요한 시험내용과 시험사례에 대해 다루고자 한다. 시험은 IEC 61850 국제 인증기관인 KEMA에서 개발한 GOOSE simulator, UniCA analyzer를 사용하여 시험을 진행하였다

## 2. 본론

### 2.1 GOOSE 소개

IED 간에 메시지전달을 위해 IEC 61850에서 규정하는 통신메시지인 GOOSE(Generic Object Oriented Substation Event)메시지는 IED가 가지고 있는 하나의 데이터 멤버로 구성된 DATA-SET가 참조된 GoCB의 설정에 따라 전송된다. GOOSE 통신은 클라이언트와 서버 간 요청과 응답의 관계가 아닌 IED가 네트워크의 가상주소에 GOOSE 메시지를 보내어 상대방 IED가 수신하게 되는 멀티캐스팅 형식의 통신방법을 이용한다. GOOSE 메시지는 IEC 61850 기반의 디지털 변

전자동화 시스템을 기존 변전소와 비교할 때 가장 큰 변화중 하나이며, 일방적인 데이터 송신이기 때문에 무엇보다 IED는 규격에 따라 GOOSE 메시지를 전송해야 한다. IED의 GOOSE 성능 시험은 가상 GOOSE 생성 프로그램을 이용하여 GOOSE 메시지를 전송할 때 시험 대상 IED가 GOOSE 메시지를 수신하여 IEC 61850규격에 적합한지를 검사한다. 다음 표1은 IEC 61850 규격에서 정의하는 GOOSE메시지를 나타낸 것이다.[3]

표 1 GOOSE 메시지 정의  
table.1 definition of GOOSE Message

GOOSE 메시지 정의		
parameter name	parameter type	value/value range/explanation
Datset	objectReference	GoCB 의 값
AppID		GoCB 의 값
GoCBRef	objectReference	GoCB 의 값
T	EntryTime	
stNum	INT32U	
sqNum	INT32U	
Test	BOOLEAN	(TRUE)test, (FALSE)no-test
confRev	INT32U	GoCB 의 값
Ndscom	BOOLEAN	GoCB 의 값
GOOSEData[1..n]		

- Datset(Dat set): Datset에 구성요소가 전송되어야 하는ObjectReference가 포함되어 있다.
- AppID(application identifier): GoCB가 위치한 LOGICAL-DEVICE의 식별 자가 포함되어 있다.
- GoCBRef(GOOSE control block reference): GOOSE 제어 블록의 참조가 포함되어 있다.

- T(time stamp): stNum이 증감되었던 시간이 포함되어있다.
- stNum(state number): GOOSE 메시지를 전송하고 DATA-SET내에 값이 변할 때마다 증감하는 카운터 포함
- sqNum(sequence number): GOOSE 메시지가 전송될 때마다 증감하는 카운터 포함
- Test(test): 운영목적을 위해 메시지 값을 사용해서는 안 된다는 것을 TRUE로 나타냄
- confRev(configuration revision): DataSet구성이 변경된 회수가 포함
- NdsCom(needs commissioning): GoCB의 속성 NdsCom이 포함
- GOOSEData [1...n]GOOSE 메시지에 포함될 (DATA-SET구성요소)사용자 정의 정보가 포함되어있다.

## 2.2 GOOSE 시험 시스템 소개

GOOSE 통신시험을 위한 시험 시스템은 다음의 컴포넌트들로 구성을 했다

- IED: GOOSE를 수신할 성능검증 대상 장비
- GOOSE Simulator: 가상 GOOSE 메시지 발생장치
- Analyzer: 시뮬레이터와 IED가 주고받는 통신패킷을 분석하여 IED의 GOOSE 통신에 대한 성능검증 수행
- Ethernet switching HUB : 이더넷 구동장비
- SCD file : IED와 GOOSE Simulator의 GOOSE 송수신관계가 설정된 IEC 61850 규격 기반의 SCL (Substation Configuration Description Language) 파일

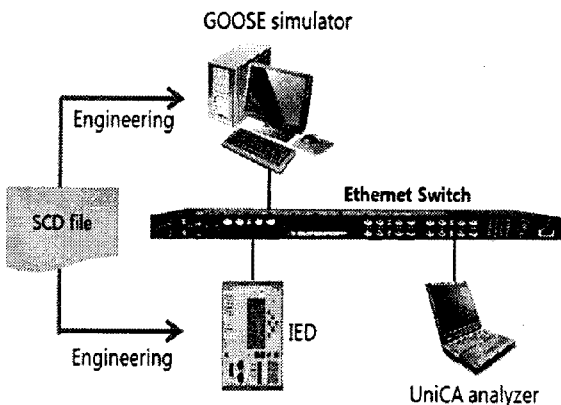


그림 1 IEC 61850 GOOSE 통신서비스 시험  
fig.1 communication test of IEC 61850 GOOSE

IEC 61850 GOOSE 통신시험 서비스를 위해서는 그림 1과 같이 시험대상인 IED 제조사가 지원하는 IED Tool

을 이용해 GOOSE 로 전송할 Dataset 을 정의해야 한다. 본 시험에 사용된 SIEMENS IED는 엔지니어링 틀인 DIGSI를 사용하여 IED가 가지고 있는 데이터모델(Logical Node) 가운데 GOOSE로 전송할 Dataset을 선택할 수 있다.

## 2.3 GOOSE 통신시험

IED의 GOOSE전송을 하기위해 가장 먼저 필요한 것은 IED가 클라이언트의 GOOSE 설정명령을 받아 응답할 준비가 되어있는 지를 확인하는 것이다. 그림 2는 클라이언트와 IED의 GOOSE Control Block간의 요청과 응답관계를 보여주며 이에 대한 사전 확인 사항은 다음과 같다

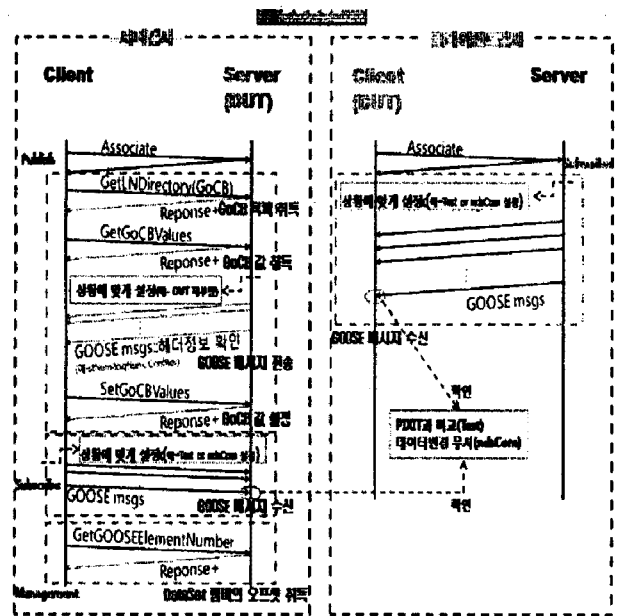


그림 2 IED GOOSE 통신 흐름도  
fig.2 communication flow of IED GOOSE

- IED가 가지고 있는 GoCB 리스트를 확인 : GetLogicalNodeDirectory(GoCB) 서비스 적용
- IED GoCB의 현재 설정 값 확인: GetGoCBValues 서비스 적용
- IED의 GOOSE 최초 전송시 stNum과 sqNum 이 1로 시작하여 보내지는 지 확인

IED의 GOOSE 전송이 문제가 없을 때에는 IED가 GOOSE를 수신하여 사전에 약속에 것처럼 응답하는지를 검사하여야 한다. 예를 들면 GOOSE메시지 내 Test 혹은 ndsCom 이 True로 설정된 상태에서 이를 수신하는 IED는 Test에 대해서는 PIXIT에 기술된 대로 동작해야 하고 ndsCom에 대해서는 데이터 값이 변경되더라도 이를 무시하는지 확인해야 한다. 다음의 표2는 GOOSE 시험

중 본 연구에서 제안하는 IED의 GOOSE 수신에 대한 반응을 검증할 수 있는 필수적인 검사 내용을 간략하게 설명한 것이다.

표 2 IED GOOSE 성능시험  
table.2 performance test GOOSE

	시험내용
Test1	GOOSE 메시지에서부터 정의된 데이터를 포함하는지 검사한다.
Test2	새로 활성화된 기기가 sqNum과 stNum의 초기값을 1로 설정하여 GOOSE메시지를 보내는지 검사한다,
Test3	GOOSE 데이터세트에서 데이터 값을 변경하여,DUT가 stNum을 증가하고 sqNum=0으로 하여 GOOSE메시지를 전송하는지 검사한다.
Test4	기기를 재시작하여 confRev이 재설정되지 않는지 검사한다.
Test5	새로운 데이터 하나의 GOOSE메시지를 보낸 후, 예를 들어 이진 출력 값, 이벤트 목록, 로깅 또는 MMI를 확인하여 메시지가 수신되었으며 데이터가 새로운 값을 가졌는지 검사한다.
Test6	Test혹은 ndsCom파라미터를 설정하여 하나의 GOOSE 메시지를 보낸다. 상태 변경 측면에서 해당 값이 운영 목적으로 사용되지 않았음을 검증한다.
Test7	상태 변경이 없을 경우 sqNum이 최대치에 1로 rollover 상태 변경이 있을 경우 sqNum이 최대치에서 0으로 rollover 된다.
Test8	GOOSE 메시지에 sqNum을 0의 시작을 생략했을 경우 시험 중인 기기가 반응했는지 검사한다.
Test9	GOOSE 메시지에 sqNum을 0의 시작을 연속 두 번으로 하여 시험 중인 기기가 반응했는지 검사한다.
Test10	GOOSE 메시지에 timeAllowedtoLive가 주어진 시간에 대한 시험 중인 기기에 반응했는지 검사한다.
Test11	GOOSE 메시지에서 sqNum에 순서가 0-1-2-3을 1-0-2-3으로 하여 시험 중인 기기가 반응했는지 검사
Test12	GOOSE 메시지에서 GOOSE를 30초간 보내지 않을 경우 시험 중인 기기가 반응했는지 검사한다.
Test13	다음과 같이 유효하지 않은 GOOSE 메시지를 수신할 경우 시험 중인 기기가 반응했는지 검사한다. -gocRef=NULL TEST -timeAllowedtoLive=0 -dataset reference=UNKNOWN, NULL -goID=TEST, NULL -t=± one hour, zero -confRev=mismatching number -dataEntries=±1,zero -APPID=mismatching number -allData=create, delete, reordered

### 2.3.1 시험사례

GOOSE 적합성 시험 가운데 Test6과 Test13을 사례로 들어 설명하고자 하며 시험대상으로 배전 선로 보호 용 SIEMENS 7SJ64를 사용하였다. 표 2 시험 내용과 같이 Test6은 ndsCom과 Test파라미터를 설정하여 GOOSE 메시지를 보낼 때 IED가 이에 반응하지 않음을 검증하는 것으로 이는 본 연구의 시험대상 IED에 한정되는 내용이며 제작사마다 조금씩 다른 반응을 보일 수 있다.

ndsCom은 dataset이 NULL값을 가질 때 TRUE 값을 가지는 것으로 이 값을 TRUE로 설정하고 GOOSE로 전송하는 데이터멤버가 FALSE값을 가질 때 이를 수신한 IED는 이 값에 영향을 받지 않아야 한다. 그림 3에서 IED가 수신한 값을 그대로 다시 보내주게 되는 GOOSE 전송 값을 보면 예전 값인 TRUE값을 유지함을 알 수 있다.

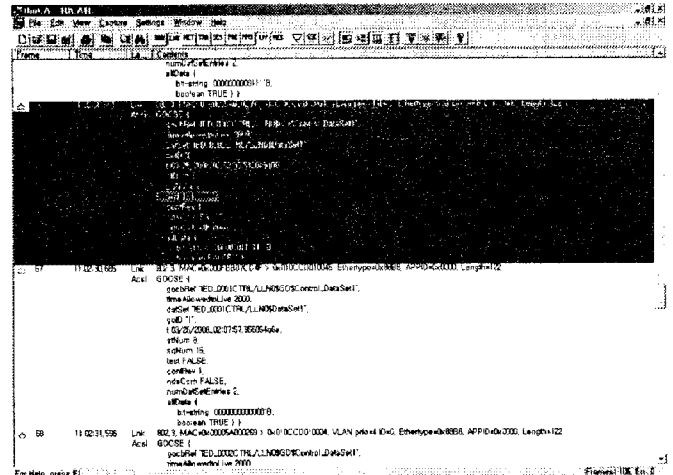


그림 3 Test 6 통신 패킷 분석

fig.3 Analysis of test6 communication

Test13은 유효하지 않은 GOOSE 메시지를 수신할 경우 PIXIT에 명시된 대로 시험 중인 기기의 반응여부를 검사하는 것으로 이 검사를 좀 더 세부적으로 나누어 수행한 결과는 다음과 같다.

- GoCBReference 값을 설정과 다른 값(예: TEST 또는 NULL)으로 주었을 때 IED가 수신된 값을 무시하는 것을 응답하는 GOOSE의 stNum이 증가안하는 것을 통해 확인하였다.
- TimeAllowedtoLive값을 0으로 설정 시 IED가 수신된 값에 반응하여 보낸 값과 동일한 FALSE로 GOOSE를 전송하고 stNum이 증가하는 것을 확인하였다.
- dataset reference에 다른 dataset값(예: UNKNOWN 또는 NULL) 설정하였을 때 IED가 수신된 값을 무시한다.

- GoID값을 다른 값(예:TEST또는NULL)으로 설정하면 IED는 자기가 수신할 GOOSE 메시지가 아니라고 판단한다.
- 현재T값에 한 시간을 더하거나 빼거나 또는 0으로 설정 시 IED는 시간에 상관없이 수신한 GOOSE 메시지에 반응한다.
- ConRev값을 기존에 있는 값을 1에서 다른 값으로 변경하여 시험기기의 동작상태를 보는 것으로 ConRev값을 1에서 739로 변경했을 때 IED는 stNum이 유지된 GOOSE를 발생하여 ConRev의 값에 반응함을 확인하였다.
- APPID를 0x0000에서 0x0006으로 변경하면 IED는 자기가 수신할 GOOSE 메시지가 아니라고 판단한다.
- GOOSE의 데이터 멤버를 그림4와 같이 엔지니어링 때와 다르게 배치하거나 데이터 멤버 수를 변화시키면 IED는 자기가 수신할 GOOSE 메시지가 아니라고 판단한다.

다양한 네트워크 환경 하에서의 IED의 GOOSE 성능에 대한 연구를 진행 중에 있다.

#### 참 고 문 헌

- (1) 한국전력공사, “시스템 성능 검증 및 실증시험 1단계 보고서”, 지식경제부, 2008
- (2) 장병태외 1인 “국내 IED 시작품대상 IEC 61850 통신서비스 성능 검증에 관한 연구”대한전기학회 전력기술부문회 추계 학술대회는문집,2008
- (3) IEC 61850표준문서 7-2와 8-1 2003

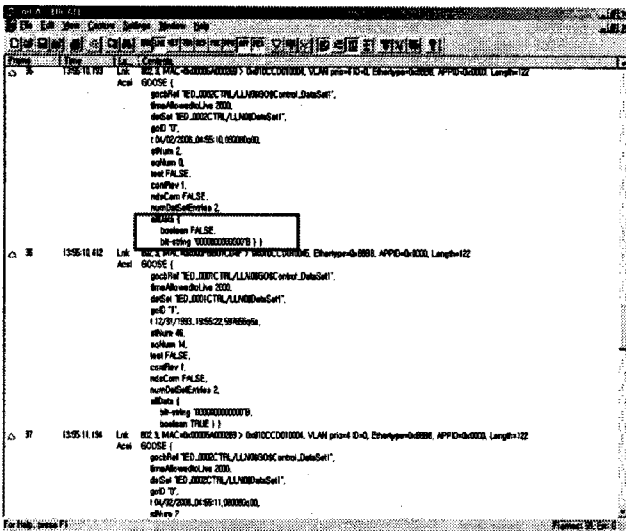


그림 4 Test13 에 대한 통신 패킷 분석  
fig.4 Analysis of test13 communication

### 3. 결 론

본 논문에서는 IEC 61850기반의 IED의 GOOSE 통신성능을 시험할 수 있는 방법과 사례에 대해 기술하였다. 현재 GOOSE의 성능검증은 변전자동화시스템의 실제통 적용을 위해 반드시 필요한 시험 중 하나이며 시험 틀이 100% 자동화되지 않았기 때문에 GOOSE 패킷을 완벽하게 분석할 수 있는 시험자의 훈련을 필요로 한다. 현재 전력연구원에서는 본 연구의 결과물을 국내 IED 시작품에 적용하여 GOOSE 통신검증을 수행하였으며, 현재