

# UML을 이용한 모션보호 IED의 IEC 61850 성능시험 절차서 개발

論 文

57-5-6

## Development of IEC 61850 Performance Testing Procedures of BUS Protection IED Using UML

李南鎬\* · 張炳泰†  
(Nam-Ho Lee · Byung-Tae Jang)

**Abstract** - Korea Electric Power Research Institute in charge of the power IT project "Development of Prototype for Advanced Substation Automation System based on the Digital Control Technology", is performing the verification of performance of the substation automation system. In order to verify a system based BUS protection IED, the standardized document and procedures are required. But there is nothing to describe systematically how to verify IEC 61850 based IED in the system environment except an individual IED testing way and report. This paper presents the substation automation system based ways and procedures to verify the IED using UML(Unified Modelling Language).

**Key Words** : IEC61850, IED, 변전자동화시스템, UML, 시험절차

### 1. 서 론

변전소를 구성하는 주요설비 중 하나인 보호계전기는 네트워크를 통한 정보의 전달이 이루어지고 통신규격이 IEC 61850으로 단일화 되면서 보다 지능적이고 시스템이 가능해짐을 의미하는 IED(Intelligent Electronic Device)로 불려진다. 2005년 10월부터 6년간 2단계로 나뉘어져 수행되는 전력IT과제 "디지털 기술기반의 차세대 변전시스템"에서는 IEC 61850 기반의 디지털 변전소 보호·제어용 IED 시작품 개발을 목표로 하고 있으며 한국전력공사 전력연구원에서는 IED 시작품에 대한 성능검증을 수행 중에 있다.[1] 기존의 보호계전기는 각각의 보호기능에 대해 숙련된 시험기술자가 시험을 위한 환경을 제어 케이블(Hard-wire)로 연결하여 경험에 의해 수동적으로 수행한 반면, 디지털 변전소의 IED의 경우 통신 네트워크로 연결된 시험환경에서 보다 자유롭고 시험을 위한 물리적인 구성을 최소화하여 성능 시험을 수행할 수 있다. 변전소 자동화 시스템의 국제규격인 IEC 61850은 통신부분에 국한한 IED의 적합성시험을 part-10에 기술하고 있지만 IED의 성능시험 관련해서는 특별한 언급을 하고 있지 않고 특별히 변전소가 디지털화됨으로 인해 필요한 시스템 기반의 시험 절차가 아직 마련되어 있지 않았다.

CIGRE의 B5.92에서는 IEC 61850 기반의 시스템 성능시험을 위하여 S/W의 분석 및 설계시 사용되는 UML(Unified Modelling Language)을 적용한 새로운 개념의 IED 성능 시험절차방안을 논의 중에 있다.[2] 본 논문은 국내외적으로 디지털 변전소의 IED에 대한 단순 텍스트기반의 시험절차

서를 시스템기반에 보다 적합하고 객체지향적인 UML의 특성을 활용하여 시험절차에 대한 표준화의 기초를 제시하고 이를 모션보호 IED에 적용함으로써 실용화의 가능성을 보이고자 한다.

### 2. UML을 이용한 IED 성능시험 방안

#### 2.1 UML 개요

Unified Modelling Language의 약자인 UML은 모델링 언어로서 S/W 분석 및 설계뿐만 아니라 모델링의 표현이 필요한 모든 분야에 적용이 가능하다. 따라서 IEC 61850 기반의 IED 성능 시험을 위한 절차를 모델링 한다는 관점에서 UML은 좋은 표현방안이 될 수 있다. UML은 네 가지의 언어적 표현 특징을 가지고 있는데, 첫째 UML은 가시화 언어로서 여러 요서들을 그래픽 심벌로 표현하며, 각 심벌들은 정확한 의미를 갖고 있다. 그러므로 UML의 그래픽 심벌로 모델링한 것은 통일된 의미를 갖기 때문에 UML로 작성된 문서를 보는 사람들은 시스템에 대해 동일한 의미를 공유할 수 있게 된다. 둘째로 UML은 분석, 설계, 구현에서의 모든 중요한 결정에 대한 명세서를 취급할 수 있는 명세화 언어이다. 셋째로 UML은 시스템 구조와 그것의 모든 상세 내역에 대한 문서화를 다루며, 요구사항을 표현하고 시스템을 시험하는 언어도 제공하는 문서화 언어이다. 마지막으로 UML은 언어에서 프로그래밍 코드를 생성하는 것이 가능하고 구현된 코드로부터 UML 모델을 다시 생성할 수 있는 역공학도 가능한 구축하는 언어이다.[3] 이러한 UML의 언어적 특징으로 인해 IED의 시험이 좀 더 시스템적으로 가능해지고 이해관계자간의 의사소통이 원활한 시험절차서의 개발이 가능할 수 있다.

\* 正 會 員 : 韓國電力公社 電力研究員 研究員

† 교신저자, 正會員 : 韓國電力公社 電力研究員

E-mail : tbjang@kepri.re.kr

接受日字 : 2008年 3月 3日

最終完了 : 2008年 4月 5日

### 2.2 UML을 이용한 성능시험 절차서 개발 방법

IEC 61850기반의 디지털 변전자동화 시스템의 성능 시험 절차서 개발을 위해 위에서 설명한 UML을 이용하고자 한다. 본 논문에서는 일반적인 S/W 분석 및 설계에 사용하는 UML을 IED의 성능시험에 맞게 필요한 다이어그램을 선택 하였고 문법적인 표현에 있어서도 변경을 하여 구현하였다. 처음 절차서를 작성하기 위해서 시험대상 IED의 액터와 시험항목 중심의 Use Case를 선정한다. 선정한 Use Case와 액터 그리고 변전소의 프로세스 설비간의 관계를 묘사하는 Use Case 다이어그램을 작성하고 Use Case별 기능구현 명세서와 Use Case 명세서를 작성한다. UML의 다이어그램 중 본 논문에서는 변전소 프로세스 설비와 시험대상 IED의 IEC 61850에서 정하는 Logical Node 간의 통신관계를 연결 하는 통신다이어그램, LN간의 통신과 속도를 정의하는 PICOM(Piece of Information for COMMunication)을 가지고 LN간의 통신흐름과 순서를 정의하는 시퀀스 다이어그램 그리고 시험시스템과 시험대상 IED의 LN을 연결하여 시험자로 하여금 물리적인 연결과 프로그램 설정을 할 수 있게 하는 배치 다이어그램을 구현하도록 제시하였다. 마지막으로 작성된 다이어그램과 명세서를 통해 프로그램 언어 형식으로 IED 성능시험 절차 명세서를 작성한다.

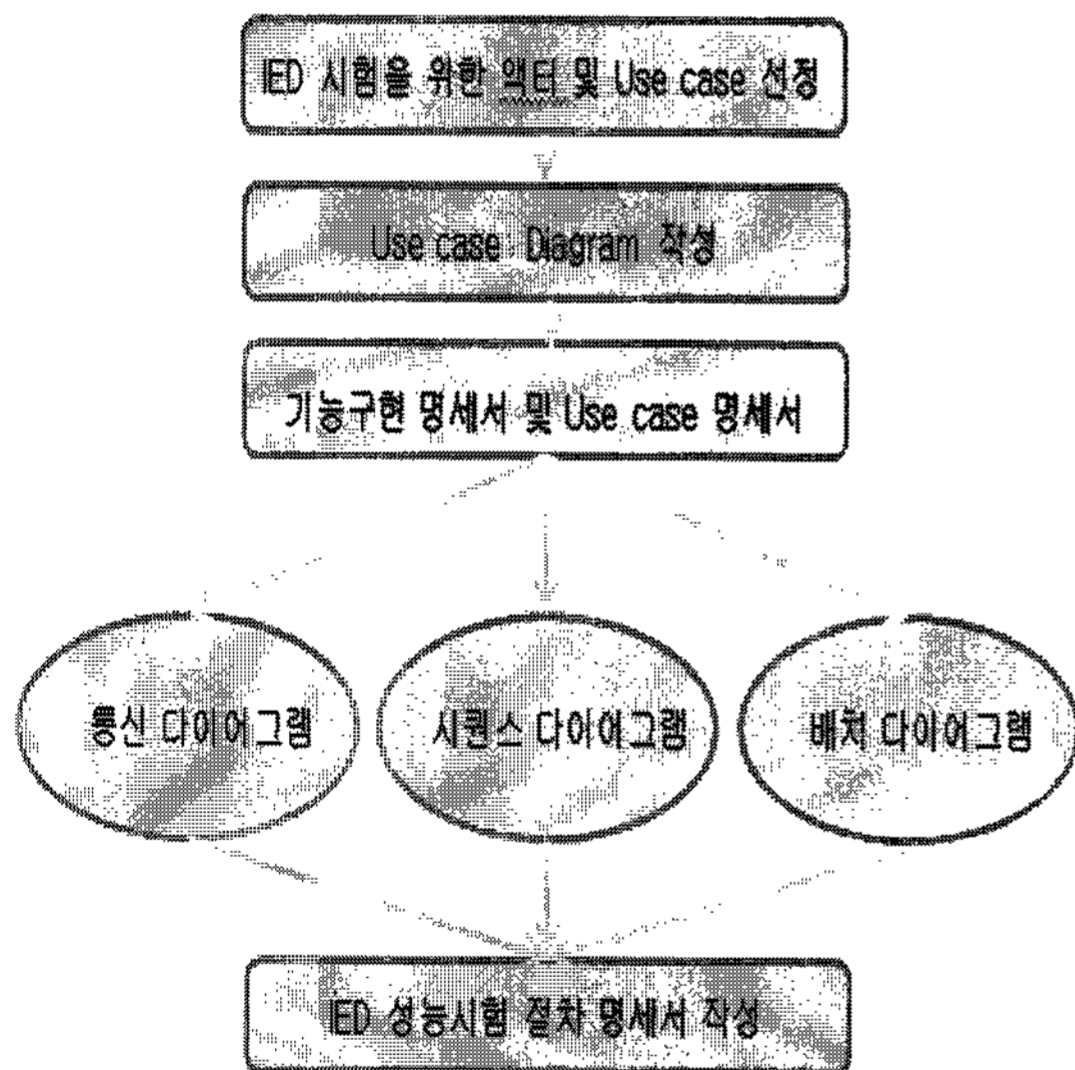


그림 1 UML을 이용한 성능시험 절차서 개발 순서도  
Fig. 1 Flowing chart of the function testing procedures based on UML

### 3. 모선보호 IED의 성능시험 절차서 개발

전력계통에서 전력의 집중, 배분을 담당하고 또 계통의 연계를 담당하는 모선의 역할은 매우 중요하며 모선의 고장은 치명적인 중대한 계통사고로 진전될 가능성이 있기 때문에 변전자동화와 관계없이 변전소의 모선보호는 계통보호에 있어 매우 중요한 요소이다. 본 논문에서는 변전소의 모선 보호 방식 가운데 가장 많이 사용되는 전류차동형 모선보호

IED에 대하여 UML 시험절차서를 개발하고자 한다. 모선의 전류차동방식(87)은 그림 2와 같이 모선에 유입되는 전류의 유입량과 유출량을 비교하여 차전류의 발생여부를 확인하는 방법이다. 우리나라의 경우 이중모선 방식이기 때문에 양 모선 별로 차전류를 계산하고 전체 모선의 차전류를 계산하여 AND 조건으로 묶어 모선내부의 사고를 검출하는 방식을 사용하고 있다. 많은 입력값을 필요로 하는 모선 차전류 보호방식의 특성 때문에 입력요소의 고장은 차전류를 발생 할 수 있으며 이로 인해 오동작의 가능성이 있다. 이 때문에 모선보호에 있어 저전압 요소를 함께 검출하여 오동작의 가능성을 억제한다.

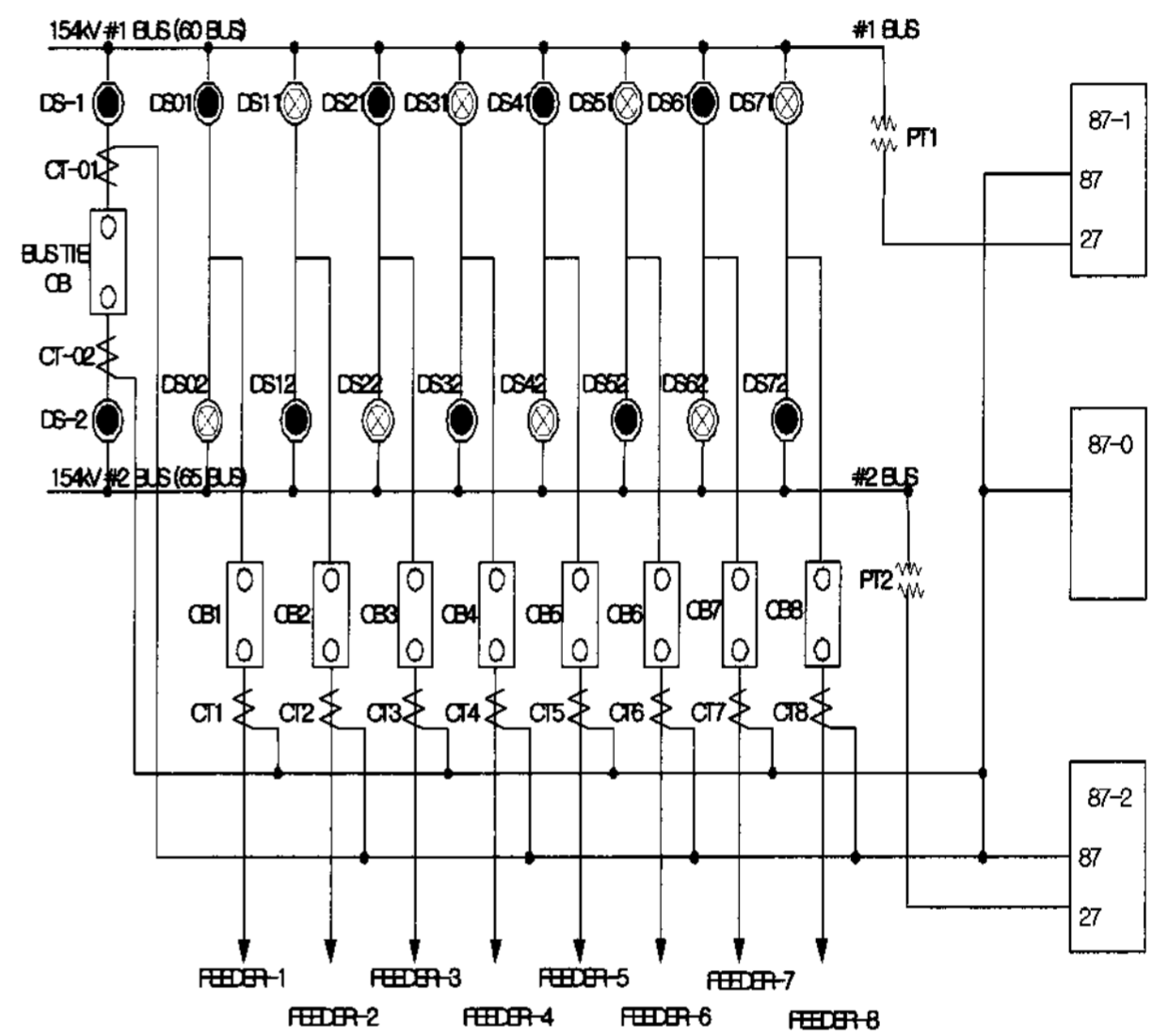


그림 2 변전소 모선보호 단선도  
Fig. 2 Diagram of BUS protection on the substation

### 3.1 모선보호 IED의 Use Case 다이어그램

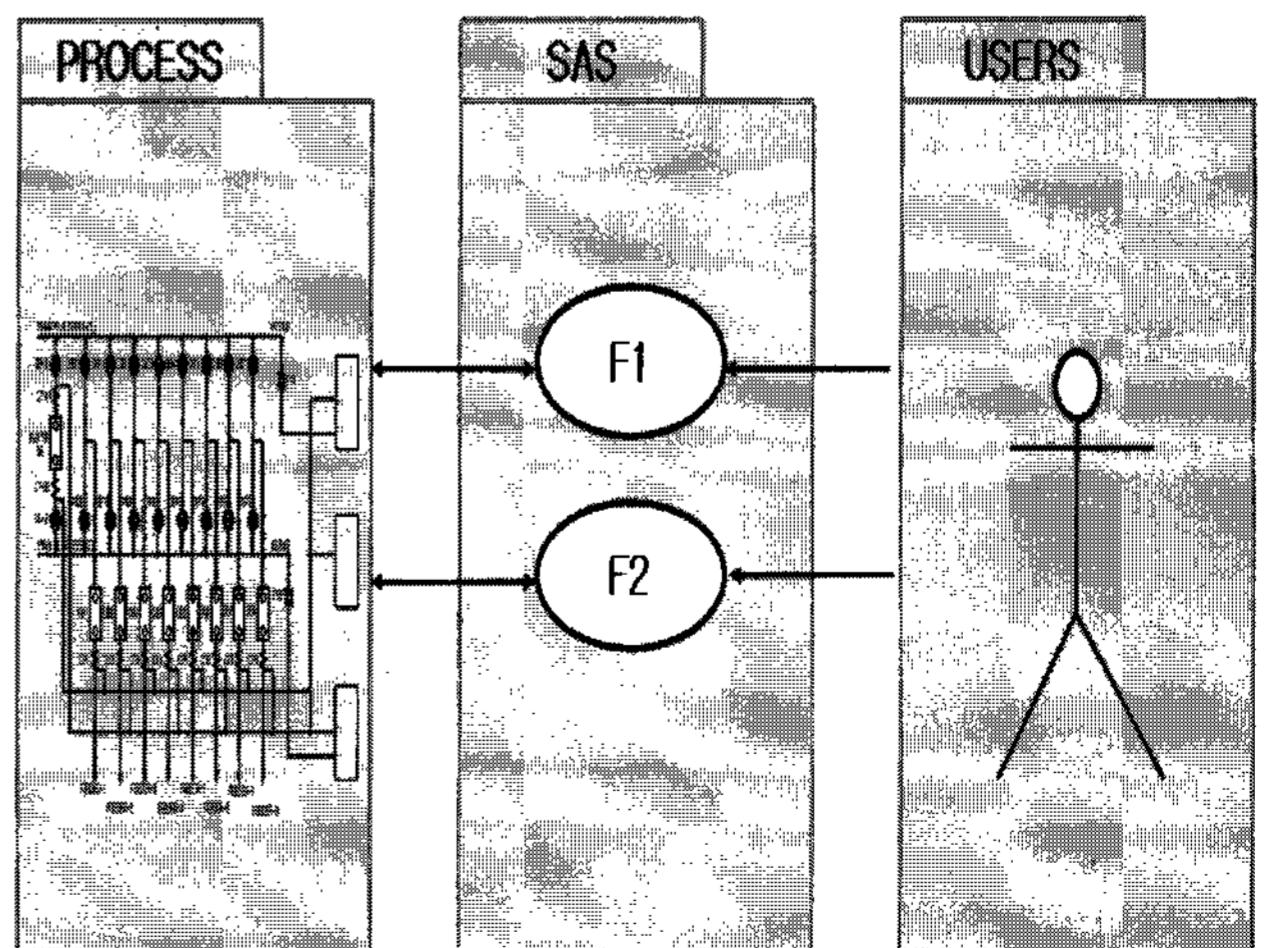


그림 3 Use Case 다이어그램  
Fig. 3 Use Case Diagram for BUS protective IED

UML을 적용한 모선보호 IED의 시험절차서를 개발하기 위하여 첫 번째로 수행하는 것이 시험대상 IED의 Use Case를 추출하고 프로세스와 시험의 주체가 되는 액터(Actor)간의 다이어그램을 그리는 것이다. 모선보호 IED의 Use Case는 실제로는 시험항목에 따라 여러 가지가 나올 수 있겠지만 여기서는 주보호방식인 전류차동에 대해 다루고자 한다. 이중모선을 고려하여 A모선과 B모선을 나누고 각각의 모선 보호를 F1과 F2로 명명하는 모선보호IED의 Use Case로 선정한다. 프로세스는 모선보호IED의 보호대상이 되는 모선, 차단기, 단로기 이며, 액터는 시험시스템 또는 시험자가 된다. 그림 3은 프로세스, 액터 그리고 Use Case간의 상관관계를 보여주는 Use Case 다이어그램이다.

### 3.2 기능구현 명세서와 Use Case 명세서

F1에 대한 UML의 본격적인 설계에 앞서 표 1과 같은 기능명세서를 작성하여 시험항목에 대한 요약과 향후 시험절차의 UML설계에 대한 방향을 설정한다. 명세서에는 시험항목별로 구분할 수 있는 기록부분과 모선보호와 관련된 Logical node를 나열한다.

표 1 F1 기능구현 명세서

Table 1 Functional Implementation Statement for F1

기능구현 명세서 : F1	
Code	BUSDIFFZA
Name	모선(Zone-1)보호
Description	모선 Zone-1차전류값이 정정치보다 높을 경우 동작
Customer	KEPCO
Substation	154/22.9kV 변전소
SCL File	Kepeco_sample.scd
Primary User	모선
Secondary User	시험자, 계통운영자
Interest	모선 내부사고의 위험요소를 제거하기 위해 운영
Trigger	모선 Zone-1의 차전류값
Logical Nodes	PBDF0, PBDF1, PTUV1, TCTR1-TCTR8, TCTR01, TCTR02, XCBR0-XCBR8, TVTR1, CALH, RDRE, IHMI, (CSWI0-CSWI8)
Process equipments	Zone-1 연결 차단기
Performance	전류차동-(XCBR1&XCBR3&XCBR5&XCBR7&XCBR8)트립시간<30ms
Preconditions	차단기(XCBR0-XCBR8)=closed
Postconditions on Success	차단기(XCBR0-XCBR8)=open, IHMI 알람
Postconditions on Failure	차단기(XCBR0-XCBR8)=closed

모선보호의 경우 8개의 피더와 타이모선을 대상으로 하기 때문에 피더와 타이모선 수만큼의 차단기(XCBR)와 변류기(TCTR), 제어(CSWI)가 필요하고 차전류요소 2개(PBDF0, PBDF1)와 저전압요소(PTUV1) 그리고 알람과 사고 기록을 위한 CALH, RDRE, IHMI의 LN을 필요로 한다. 명세서에는 모선보호의 성능과 동작전후의 사항을 기재하여 모선보호 IED의 시험 절차서 설계시 검증항목으로 활용한다.

Use Case Description			
Basic Course Description	정상상태동안수행되는이벤트 흐름		
	1	모선	전류 흐름 차전류발생응답
Alternative Course Description	정상상태동안수행되는다른이벤트 흐름		
	1	모선	모선내부사고발생
Alternative Course Description	2	TCTR02, TCTR1, TCTR3, TCTR5, TCTR7	모선Zone1내차전류발생
	3	TVTR1	Busbar#1 저전압발생
	4	TCTR01, TCTR02, TCTR1-TCTR8	모선전체(overall) 차전류발생
	5	PBDF0,PBDF1,PTUV1	트립 트립
	6	CSW0&CSW1&CSW3&CSW5&CSW7	차단기제어
	7	XCBF0&XCBF1 &XCBF3&XCBF5&XCBF7	Tip,4번CSW에응답(O)
	8	CSW0&CSW1&CSW3&CSW5&CSW7	HMI, PTUV1에응답(O)
9	RDRE, CALH	고장기록저장 HMI에알람	
Exception Course Description	비정상상태동안수행되는이벤트 흐름		
Exception Course Description	1	Breaker Failure	XCBF0&XCBF1 &XCBF3&XCBF5&XCBF7
			R5&XCBF7
Extensions	<<extends>>Breaker Failure Use Case		

그림 4 F1 Use Case 명세서

Fig. 4 Use Case description for F1

그림 4는 F1의 Use Case 명세서를 보여준다. Use case 명세서의 Basic course에는 모선보호 IED가 평상시 동작상황을 묘사하고 Alternative course에서는 모선내부사고 발생 시 모선IED의 LN과 프로세스 설비간의 동작상황을 설명해 주고 있다. Exception Course에서는 모선보호가 실패할 경우 다른 동작(Use Case)을 취할 경우를 기술하게 되며 본 논문에서는 상세설명은 생략한다. 본 논문에서 제시하는 Use Case 명세서는 실제 S/W 분석 및 설계에서 액터와 시스템간의 관계를 기술하는 것과 달리 LN과 액터간의 관계를 정의함으로써 IEC 61850 기반의 시험 절차서를 작성하고 또한 향후 IED의 LN 정보를 가지고 있는 SCL(Substation Configuration Description Language) 파일과 호환할 수 있도록 하였다.

### 3.3 PICOM을 이용한 Sequence 다이어그램

3.2에서 기술한 Use Case 명세서에 따라 모선 보호 IED의 LN들의 통신상의 메시지이동과 프로세스 설비간의 연관관계를 그림 5와 같이 표현한다. 모선 각 피더의 CT들은 IED의 TCTR과 연결되고 모선의 PT는 TVTR과 연결된다. 모선의 전압과 전류정보를 받은 IED는 모선보호 차전류 알고리즘을 담당하는 저전압계전요소 PTUV와 차전류계전요소 PBTF로 해당 정보를 보내게 된다. 보호를 담당하는 LN들은 연산결과를 통해 차전류가 발견되면 차단기 trip 신호 제어를 담당하는 CSWI에게 전송명령을 내리게 되면 다시 CSWI는 차단기를 담당하는 XCBR에 개방명령을 내리게 된다. 보호요소와 별도로 사고의 기록을 위해 RDRE와 계전기 및 상위운영시스템의 HMI 표시를 위해 IHMI에도 해당 통신메시지를 전달한다.

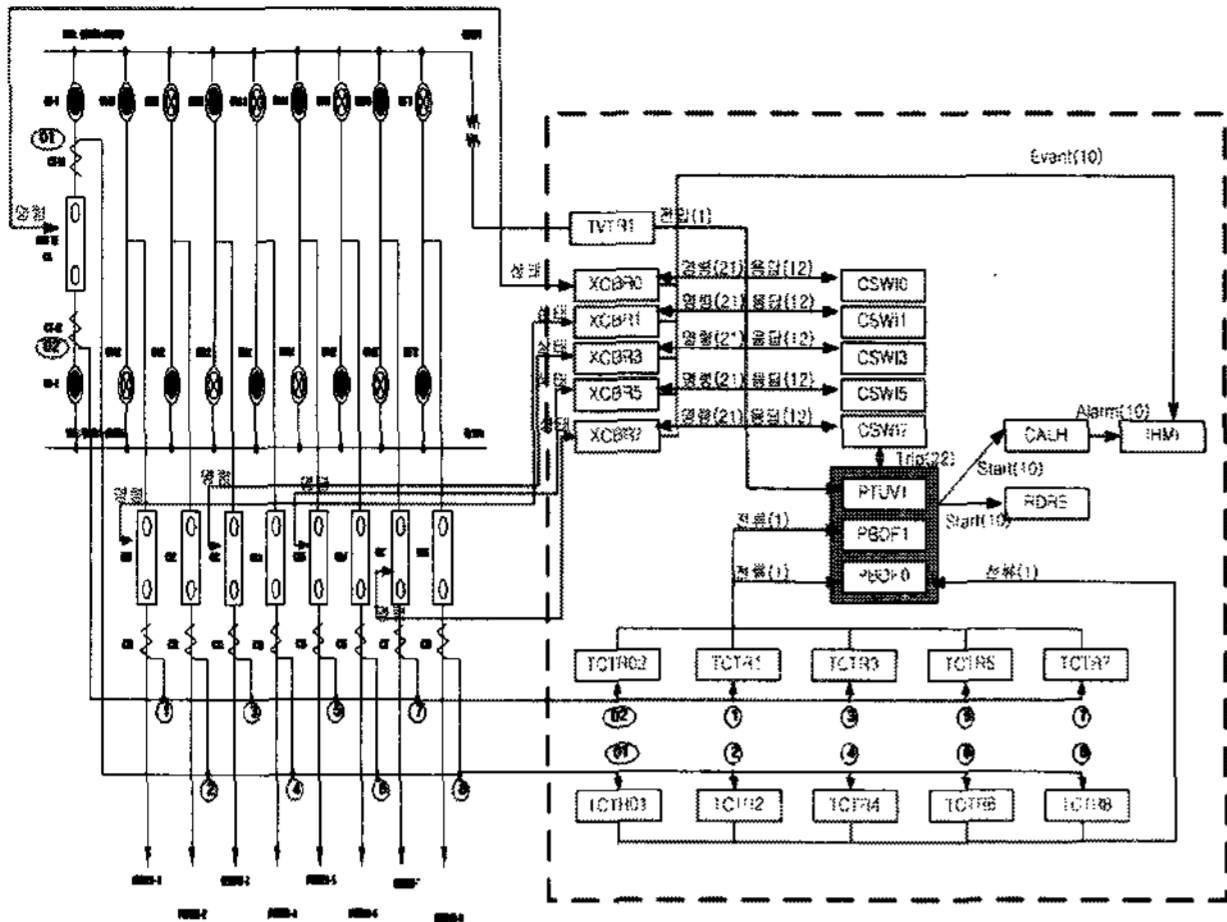


그림 5 모션보호 IED LN의 PICOM기반 통신 다이어그램  
Fig. 5 Communication Diagram for LNs of BUS IED

그림 5에서 LN사이의 숫자는 IEC 61850-5에서 설명하는 PICOM을 묘사하고 있다. 표 2는 모션보호 IED에 사용되는 LN의 PICOM Type을 보여주고 있으며 사용된 LN의 PICOM 통신 속도 범위를 통해 LN간의 통신메시지 전달에 대한 성능 검증을 위한 기준수립과 모션보호 IED가 Use Case의 Performance를 만족하는 지 확인할 수 있다.

표 2 모션보호 IED LN의 PICOM  
Table 2 PICOM of LNs of BUS protection IED

Type	Description	Rang(ms)	Type
XCBR	(Circuit Breaker)		
16	Position Indication	1 to 100	Status Request Cyclic
10	Event	100 to 1000	Event/Alarm
CSWI			
21	Command	1 to 1000	Command
PBDF			
22	Trip	1	Cmd.Spontaneous
PTUV			
22	Trip	1	Cmd.Spontaneous
TCTR			
1	Current	10	Value Cyclic
CALH			
10	Alarm	100 to 1000	Event/Alarm
TVTR			
1	Voltage	10	Value Cyclic

그림 5에서 묘사하는 모션보호 IED LN들의 통신 순서를 통해 그림 6과 같은 UML의 시퀀스 다이어그램을 작성할 수 있다. 시퀀스 다이어그램은 모션보호 IED가 사용하는 모든 LN들을 나열하고 위에서 아래로 각 LN들 간의 통신상의 시퀀스를 선으로 표현한다. 모션보호 IED의 시퀀스 다이어그램의 처음 LN인 TCTR에서 XCBR까지 세로축을 연결하면 Use Case 명세서의 Performance에서 기술한 모션 보호 IED의 30ms 동작을 묘사할 수 있다.

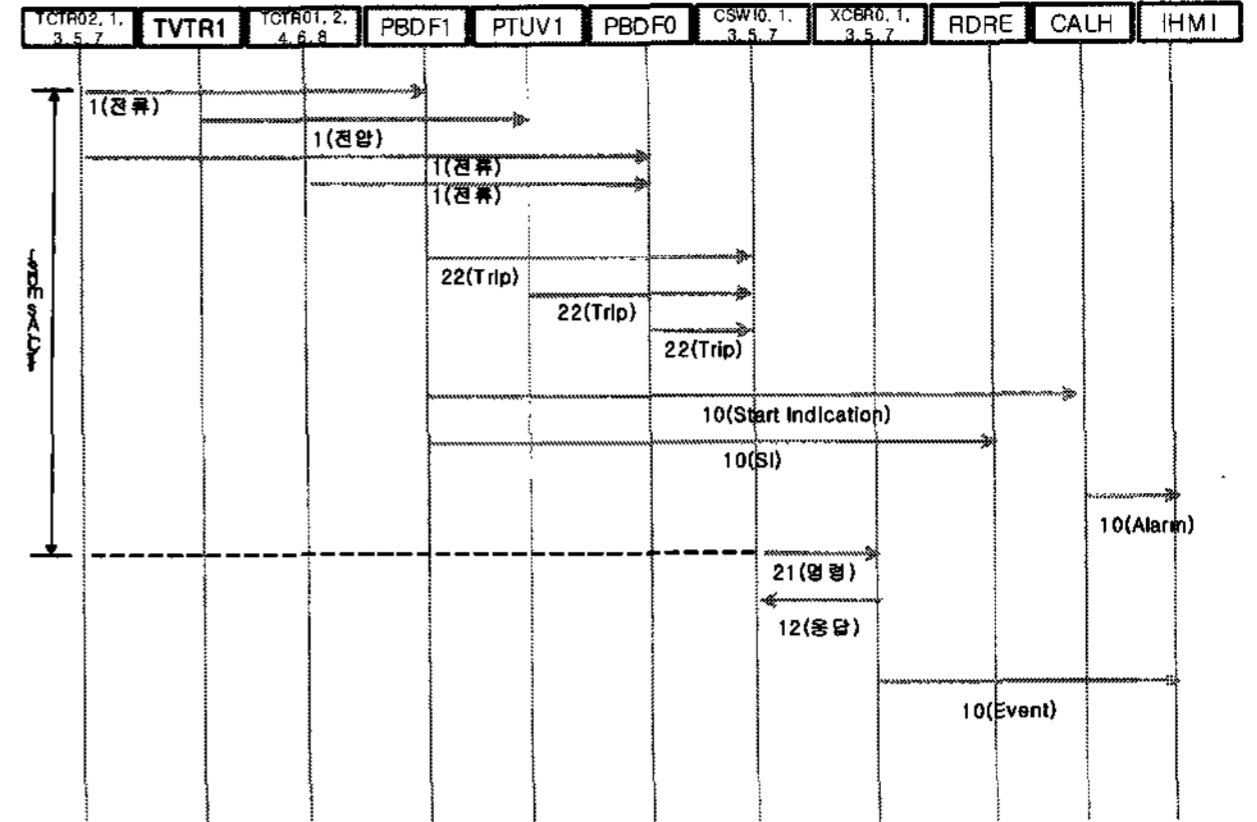


그림 6 모션보호 IED의 시퀀스 다이어그램  
Fig. 6 Sequence Diagram of BUS protective IED

3.4 모션보호 IED 성능시험 절차 명세서

그림 7은 IEC 61850 기반의 IED를 시험하기 위한 성능 시험 시스템의 개요도를 보여준다. 모션보호 IED의 경우에도 동일한 시험시스템 구조에 적용하여 시험하게 되며 시험 시스템은 이더넷 스위치를 중심으로 성능시험장치와 시험운용 S/W가 설치된 컴퓨터로 구성된다.

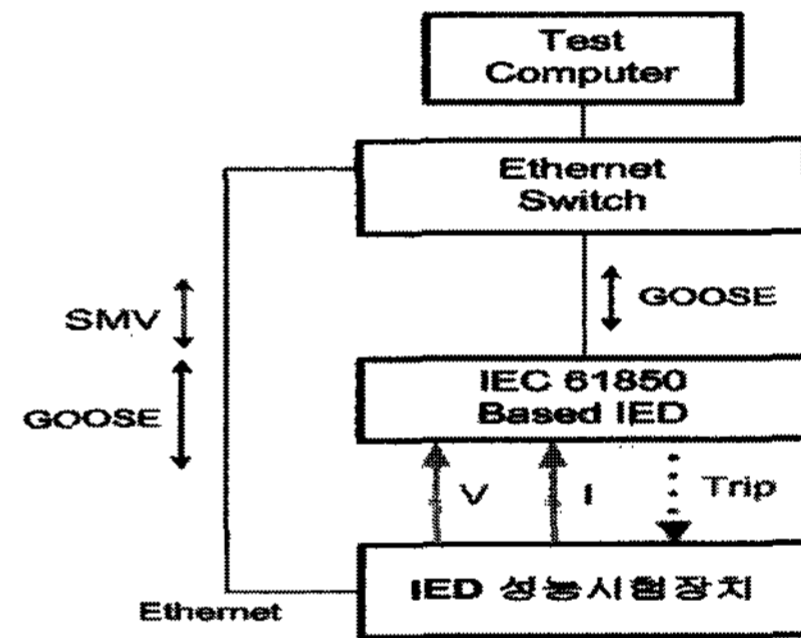


그림 7 IED 성능시험 시스템 개요도  
Fig. 7 IED function test system

그림 7의 IED 성능시험 시스템으로 모션 보호 IED를 시험하기 위하여 그림 8과 같은 시험대상 IED와 시험시스템 간의 배치다이어그램을 구현하였다. 배치다이어그램에는 IED 성능시험장치를 의미하는 프로세스 시뮬레이터와 IED의 LN과의 관계를 묘사하게 되는데, 이는 그림 5에서 설명한 통신다이어그램을 기반으로 작성하게 된다. 모션보호 IED를 시험하게 되는 시험자는 배치다이어그램에 따라 프로세스 시뮬레이터와 IED간의 10개의 피더용 전류입력과 1개의 전압 및 차단기 상태정보에 대한 물리적인(Hard-wire) 연결을 하게 되고 시뮬레이터에서 받게 되는 차단기의 트립에 대한 IEC 61850 통신 메시지를 설정하게 된다. UML의 일반적인 설계에서 배치다이어그램은 하나의 S/W에 대한 Use Case들의 그룹화를 다루게 되지만 본 논문에서는 배치다이어그램을 통해 IED 시험자가 실제 장비를 설정할 수 있도록 IED와 시험장치의 통신 및 물리적인 연결을 묘사한다.

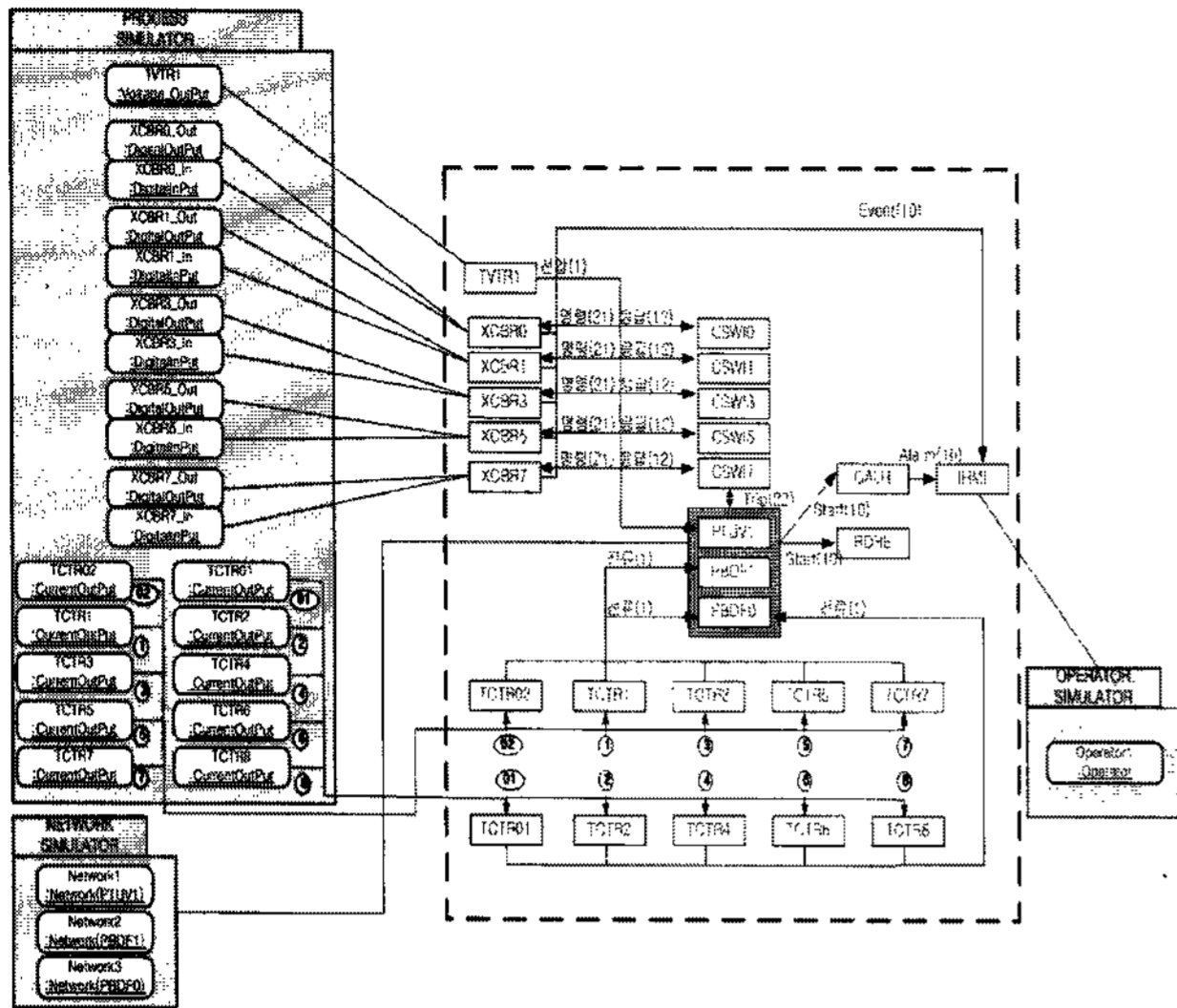


그림 8 모선보호IED와 시험시스템의 배치 다이어그램  
 Fig. 8 Deployment diagram between BUS protection IED and IED function test system

배치 다이어그램에 따라 시험시스템의 구성이 완료되면 모선보호 IED 시험자가 시험을 수행할 수 있는 시험시나리오가 기록된 시험설명서가 필요로 한다. 시험 설명서는 CIGRE B5.92에서 제안하는 프로그래밍 언어 형식을 참고하여 모선IED의 F1 Use Case에 맞게 작성하였다. 표 3은 시험시스템의 연결과정으로서 시험에 필요한 차단기의 상태정보, 타이머, 시험자, HMI등을 위한 변수 설정을 보여준다.

표 3 모선보호 IED의 시험시스템 연결  
 Table 3 Test connection of Test Description

시험 설명서		
Step	Command	설명
Test Connection		
1.1	Timer1=TestTimer()	이벤트 측정용 timer 변수 생성
1.2	Arbiter=TestArbiter()	IED 성능검증을 위한 test arbiter 생성
1.3	Xcbr0_In=DigitalInput(XCBR0)	XCBR0에 디지털 입력 변수 생성
1.4	Xcbr0_Out=DigitalOutput(XCBR0)	XCBR0에 디지털 출력 변수 생성
1.16	Tctr01=CurrentOutput(TCTR01)	TCTR01에 아날로그 출력변수 생성
1.24	PBDF0=NetworkSimulator(PBDF0)	IED의 PBDF0을 시뮬레이터에 연결변수 생성
1.25	PBDF1=NetworkSimulator(PBDF1)	IED의 PBDF1을 시뮬레이터에 연결변수 생성
1.26	PTUV1=NetworkSimulator(PTUV1)	IED의 PTUV1을 시뮬레이터에 연결변수 생성
1.27	TVTR1=VoltageOutput(TVTR1)	TVTR1에 아날로그 출력변수 생성
1.28	Operator=Operator(IHMI)	IHMI를 시험자 확인위해 연결

표 4 모선보호 IED의 시험시스템 설정

Table 4 Test Setup of Test Description

시험 설명서		
Step	Command	설명
Test Setup		
2.1	Xcbr0_Out->SetDigitalOutput(1)	XCBR0 차단기 상태 Close 설정
2.6	Tctr01->SetACCurentOutput(0,0)	TCTR01 전류0으로 설정
2.16	TVTR1->SetACVoltageOutput(0,0)	TVTR1 전압 0으로 설정
2.17	Xcbr0_Out->StartDigitalOutput()	XCBR0 차단기 상태 기동
2.22	Tctr01->StartCurrentOutput()	모선타이 전류 주입
2.33	TVTR1->StartVoltageOutput()	A모선 전압 주입
2.34	PBDF0->GetMessageSequence(1min)	PBDF0에서 1분 동안 시퀀스 메시지 기록
2.35	PBDF1->GetMessageSequence(1min)	PBDF1에서 1분 동안 시퀀스 메시지 기록
2.36	PTUV1->GetMessageSequence(1min)	PTUV1에서 1분 동안 시퀀스 메시지 기록
2.37	Xcbr0_In->GetDigitalinput	XCBR0에서 1분 동안 입력시퀀스 기록

표 4에서는 모선보호 IED의 시험 시작을 위해 차단기의 상태정보를 이용하는 XCBR을 Close 상태로 설정하고 전압과 전류의 크기와 위상을 0으로 설정한다. 또한 준비단계로서 모선보호IED 보호 LN의 PBDF0, PBDF1, PTUV1의 통신메시지와 차단기의 상태정보를 기록한다. 본 논문에서는 모선보호 IED의 F1 Use case 전체에 대한 시험내용은 동일한 방식으로 XCBR의 상태와 제어 그리고 전압 및 전류값을 인가하기 때문에 대표성을 가지는 XCBR0과 TCTR01을 보여주고 있다.

표 5 모선보호 IED의 시험시작

Table 5 Test Start of Test Description

시험 설명서		
Step	Command	설명
Test Start		
3.1	Tctr1->SetACCurentOutput(4,0)	TCTR1에 4A 설정
3.2	TVTR1->SetACVoltageOutput(90,0)	A모선 전압 90V 설정
3.3	Timer1->Start()	Timer1 동작
3.4	PBDF0->StartNetworSimulator()	PBDF0 메시지 기록 시작
3.5	PBDF1->StartNetworSimulator()	PBDF1 메시지 기록 시작
3.6	PTUV1->StartNetworSimulator()	PTUV1 메시지 기록 시작
3.7	Time1=Tctr1->StartCurrentOutput()	TCTR1 4A 전류 주입 및 시간 기록
3.8	TVTR1->StartVoltageOutput()	TVTR1에 90V 전압 인가

표 5에서는 Tctr1과 TVTR1을 통해 모선보호 IED에 차 전류와 저전압을 인가하고 보호IED의 통신메시지를 기록한다. 표 6은 모선보호IED의 동작후 전류와 전압요소를 0으로

설정하고 다시 변화된 보호 LN의 통신메시지를 저장하는 시험정지 단계의 시험 설명서이다.

표 6 모선보호 IED의 시험정지  
Table 6 Test Stop of Test Description

시험 설명서		
Step	Command	설명
Test Stop		
4.1	Wait(2min)	2분 동안 대기
4.2	Tctr1->SetACCurentOutput(0,0)	TCTR1에 0A 설정
4.3	TVTR1->SetACVoltageOutput(0,0)	A모선 전압 0V 설정
4.4	Time1=Tctr1->StartCurrentOutput()	TCTR1 0A 전류 주입
4.5	TVTR1->StartVoltageOutput()	TVTR1에 0V 전압 인가
4.6	PBDF0->StartNetworSimulator()	PBDF0 메시지 기록 시작
4.7	PBDF1->StartNetworSimulator()	PBDF1 메시지 기록 시작
4.8	PTUV1->StartNetworSimulator()	PTUV1 메시지 기록 시작

표 7에서는 시험장치의 연결을 해제하면서 모선보호 IED의 차동전류 LN인 PBDF1이 차단기 CB0에 제어명령을 내리는 CSWIO로 보내는 Trip 신호 발생시간을 측정한다. 또한 시뮬레이터로 입력되어 들어오는 XCBRO의 차단기 개방시간도 함께 측정한다.

표 7 모선보호 IED의 시험장치 연결해제  
Table 7 Test Disconnection of Test Description

시험 설명서		
Step	Command	설명
Test Disconnection		
5.1	Time2=PBDF1->FirstPICOMTo(CSWIO,22)	PBDF1에서 CSWIO까지 트립시간 측정
5.6	Time7=Xcbr0_In->FirstDownInputTransition()	XCBRO에 차단기 개방시간 측정

마지막으로 표 8에서는 모선보호 IED의 차단기 트립시간과 차단기의 개방시간이 F1 Use Case 명세서에서 명시한 성능요구조건에 만족하는 지 검증한다.

표 8 모선보호 IED의 시험내용 검증  
Table 8 Test Verdict of Test Description

시험 설명서		
Step	Command	설명
Test Verdict		
6.1	Verdict1=Arbiter1->TestArbiterConfirm(Time2-Time1<30)	PBDF1의 CSWIO트립신호발생이 차전류인가 시간으로부터 30ms 이내인지 검증
6.6	Verdict7=Arbiter1->TestArbiterConfirm(Time7-Time1<30)	XCBRO의 개로시간이 차전류인가 시간으로부터 30ms 이내인지 검증
6.11	Verdict11=Operator->OperatorConfirm("XCBRO Trip)	XCBRO 트립 인디케이션 확인

#### 4. 결 론

본 논문에서는 IEC 61850 기반의 모선 보호 IED의 성능 시험을 위해 S/W 분석 및 설계언어인 UML을 사용하여 시험 절차서를 개발하였다. 국내외 변전소가 디지털화되고 시스템화 되는 시점에서 이를 시험하기 위한 시험절차서는 체계화 되어야하며 표준화의 작업이 이루어 져야 한다. 한국 전력공사 전력연구원에서는 본 논문의 연구결과를 통해 IEC 61850 변전자동화 시스템 성능 시험 및 시험절차서의 국제 표준화에 대해 국제적으로 기술을 선도할 수 있는 초석을 다지게 되었고 지속적인 연구를 통해 변전자동화 시스템 전반에 걸친 시험절차서를 개발할 계획이다. 또한 현재의 UML이 S/W 설계에서 구현이 가능한 것처럼 시험절차서의 규격화를 통해 변전자동화시스템의 성능시험도 설계에서 구현까지 자동화가 이루어질 것으로 기대한다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 이남호, 장병태, "IEC 61850 규격 기반 디지털 변전자동화 시스템 통신성능 시험에 관한 연구", Trans. KIEE, Vol. 57 No1, 2008
- [2] FUNCTIONAL TESTING OF IEC 61850 BASED SYSTEMS, CIGRE Task Force B5.92, 2007
- [3] "UML을 이용한 객체지향 분석/설계", 삼성SDS, 2006

### 저 자 소 개



#### 이 남 호 (李 南 鎭)

1973년 7월 26일 생. 1998년 명지대 공대 전기공학과 졸업. 2001년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2004~2006 LS산전(주) 전력연구소 주임연구원. 현재 한국 전력공사 전력연구원 일반연구원  
Tel : 042-865-5876  
Fax : 042-865-5844  
E-mail : nam100@kepri.re.kr



#### 장 병 태 (張 炳 泰)

1964년 12월 23일 생. 1990년 부산대 공대 전기공학과 졸업. 1999년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992~현재 한국전력공사 전력연구원 선임연구원  
Tel : 042-865-5872  
Fax : 042-865-5844  
E-mail : tbjang@kepri.re.kr