

# IEC 61850 기반 디지털 변전시스템의 머징유닛 시험방법에 관한 연구

(A Study on the Testing Method of IEC 61850 based Merging Unit)

이남호\* · 장병태

(Nam-Ho Lee · Byung-Tae Jang)

## 요 약

디지털 기술 기반의 차세대 변전시스템과 관련하여 프로세스 버스까지 확장된 변전자동화시스템 구현에 관한 연구가 국내외에서 활발히 진행 중에 있다. 특히 IEC 61850 국제 규격이 적용된 머징유닛(Merging Unit)은 프로세스 기반 변전자동화시스템의 핵심 구성요소로 그 관심이 매우 크다. 본 논문에서는 변전소의 CT와 VT를 통한 전압·전류의 값을 IEC 61850 기반의 디지털 값인 SV(Sampled Value)로 변환하여 보내는 머징유닛의 기능과 통신서비스에 대한 적합성 성능 검증에 대한 방안을 제시하고 머징유닛을 시험할 수 있는 시험시스템을 보여주고자 한다.

## Abstract

The power IT project "Development of Prototype for Advanced Substation Automation System based on the Digital Control Technology", is going on how to perform the verification of a IEC 61850 based Merging Unit for development of the full Substation Automation system from station bus to process bus. the testing method that this paper suggests, is including the conformance testing of IEC 61850 communication services and transmission functions of digital sampled values such as current and voltage, and referring to IEC 61850 conformance testing of IED. And finally, the paper shows a test system for the Merging Unit.

Key Words : IEC 61850, Substation Automation, IED, Testing procedure, Merging Unit, Conformance

## 1. 서 론

변전소를 구성하는 주요설비 중 하나인 보호 계전기는 네트워크를 통한 정보의 전달이 이루어지고 전

력계통의 자동화 개념이 최신의 IT 기술과 접목되고 발전에서 말단 부하까지의 전력의 흐름과 EMS (Energy Management System), DAS(Distribution Automation System) 그리고 SAS(Substation Automation System)에 이르기 까지 모든 전력계통의 감시·제어시스템을 유기적으로 연동하는 중심에 변전자동화를 넘어 모든 전력계통의 통신메시지 규격을 지향하는 IEC 61850이 자리 잡고 있다. 국내에서도 국내기술의 국제경쟁력 강화와 해외사업을

\* 주저자 : 한국전력공사 전력연구원 일반연구원

Tel : 042-865-5876, Fax : 042-865-5804

E-mail : nam100@kepri.re.kr

접수일자 : 2009년 3월 3일

1차심사 : 2009년 3월 6일

심사완료 : 2009년 5월 28일

위한 전력IT과제가 진행 중에 있으며 그 중 2005년 10월부터 6년간 2단계로 나누어져 수행되는 전력IT 과제 “시스템 성능 검증 및 실증시험”과제에서는 IEC 61850 기반의 디지털 변전소 보호·제어용 IED(Intelligent Electronic Device) 시작품의 성능 검증과 아날로그 전압/전류 신호를 디지털 신호인 SV(Sampled Value)로 전송하는 MU(Merging Unit)에 대한 성능 검증 방법에 대한 연구를 진행 중에 있다[1-2].

네트워크를 통한 정보의 전달이 이루어지는 디지털 변전소의 통신규격이 IEC 61850으로 단일화되면서 디지털 변전소의 네트워크 구성은 IED와 상위운영시스템(Human Machine Interface)간의 스테이션(Station) 버스와 IED와 차단기와 스위치 등 프로세스 설비간의 프로세스(Process) 버스로 구성되었다. 이 중 스테이션 버스는 기존 보호계전기의 기능을 동일하게 수행하는 IED가 중심이 되기 때문에 보호계전기에 적용하였던 기능시험이 적용가능하며 IEC 61850 통신서비스 시험에 있어서도 UCA International Users Group에서 국제적으로 공인된 시험방법 및 절차가 제정되어 있다[3-6].

하지만 CT(Current Transformer)/PT(Potential Transformer)의 전류와 전압값을 IEC 61850 규격의 디지털 값으로 변환하여 IED에 전송하는 프로세스 버스의 주요설비인 머징유닛의 경우에는 IED와 같은 IEC 61850 통신서비스에 대한 적합성 시험 및 SV(Sampled Value)와 관련된 머징유닛의 기능에 대한 국내외에 시험방법이 없으며 이를 위한 시험시스템도 존재하지 않고 있다. 국제적으로 GE와 NARI 등은 기존의 구리케이블을 광케이블로 변형하여 디지털 값을 멀티채널을 통하여 전송하는 머징유닛을 개발하여 실계통에 시범적용 중에 있으며 CIGRE의 B5(시스템 보호, 변전자동화)에서는 IEC 61850 기반의 프로세스 설비의 시험방안과 유입을 중심으로 하는 해외 선진사에서 시범적으로 개발 중인 머징유닛의 성능시험 결과에 대한 논의가 2008년을 시점으로 하여 활발하게 이루어지고 있다[7].

시각동기와 전송속도 등 현재 기술상의 한계점과 머징유닛이 가진 신뢰성의 문제 때문에 머징유닛에 적용하는 IEC 61850 규격에 근거하는 적합성 시험

방법이 아닌 순수 데이터 전송의 일부 기능에 국한된 수준에 머물고 있다. 본 논문은 전력 IT과제를 통해 수행한 IED의 IEC 61850 적합성 시험방법 가운데 데이터 전송을 위해 컨트롤 블록(Control Block)을 사용하는 리포트와 머징유닛의 SV와 동일한 이더넷 통신 구성과 전송방식을 사용하는 GOOSE(Generic Object Oriented Substation Event)의 시험방법과 결과를 기반으로 하여 변전자동화시스템 프로세스 설비의 핵심구성요소인 머징유닛의 성능시험을 IEC61850 규격을 적용하여 수행할 수 있는 시험절차와 시험시스템에 대해 설명하고자 한다.

## 2. IEC 61850기반 Merging Unit

### 2.1 Merging Unit 개요

머징유닛은 변전소 전력설비로부터 취득한 아날로그 데이터(전압, 전류)를 이진(Binary)데이터로 변환하고 IEC 61850 변전자동화 국제규격에 적합한 통신포맷으로 패킷을 구성하여 디지털 통신으로 변전자동화시스템의 보호 및 제어 IED들에게 정보를 제공하는 장치이다. 그림 1은 전력IT과제를 통해 개발된 IEC 61850기반의 국내 머징유닛으로 계측용의 전압, 전류의 디지털 값을 SV 형식으로 전송해준다.

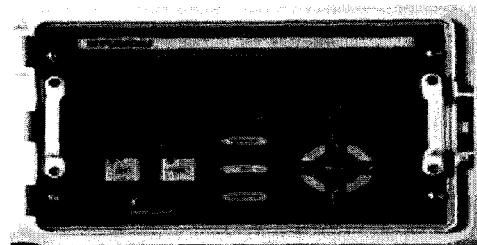


그림 1. 전력IT과제로 개발한 머징유닛 시작품  
Fig. 1. Merging Unit of Power IT project

머징유닛은 IEC 61850에서 말하는 샘플된 값을 생성하는 장치로서 그림 2에서 알 수 있는 바와 같이 기존 보호계전기 안에서 전압, 전류 신호를 A/D변환하는 과정이 동일하게 수행되어야 한다.

특별히 데이터 통신을 해야 하므로 각 샘플들이 언제 샘플된 데이터인지 표시되어야 하므로 타임서버의 SNTP 신호 또는 GPS의 IRIG-B 신호를 이용하여 시각동기를 맞추어 각 데이터 마다 시각표시를 해주어야 하는 점이 다르며 그림에서 Sync.Command 신호가 바로 시각 동기 명령신호를 나타내는 것이다. 장치의 주요성능으로는 다수 채널의 동시 샘플링 성능, 시각동기화 성능, A/D변환성능 및 고속통신 성능과 IEC 61850 통신서비스 지원 등이 요구된다. 현재까지는 IEC 61850 규격기반의 SV를 지원하는 상용화된 머징유닛은 국내외적으로 없으나, 광케이블을 이용하여 멀티 직렬통신을 지원하는 머징유닛은 상용화 되어 있다. 본 논문에서는 직렬통신이 아닌 이더넷 기반의 통신서비스를 이용하는 IEC 61850 머징유닛의 성능시험과 기능시험을 설명하고자 한다.

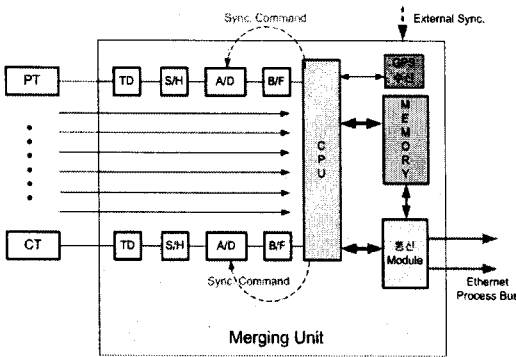


그림 2. 머징유닛 구성도  
Fig. 2. Configuration of Merging Unit

## 2.2 MU의 IEC61850기반 SV 전송

IEC 61850 기반의 변전자동화시스템에 머징유닛을 개발하기 위해서는 표 1과 같은 기술규격이 적용된다. 머징유닛이 국제규격의 디지털 형식으로 SV를 보내는 방법은 다수의 IED에 보내게 되는 MSV(Multicast Sampled Value)와 하나의 머징유닛 전용 IED에 보내게 되는 USV(Unicast Sampled Value)가 있다.

표 1. IEC 61850 머징유닛의 주요 기술규격  
Table 1. Technical standard of IEC 61850 based MU

주요기능	세부기능	특성 및 구비사항	
기본주파수		60[Hz]	
데이터의 해상도		16[bits]이상	
샘플링 정격 (Sampling rate)	계측용	$f_{sample} \geq 12$	
	거래용	0.5급	$f_{sample} \geq 30$
		0.1~0.2	$f_{sample} \geq 70$
	보호용	$f_{sample} \geq 16$	
	F/R 및 PQ분석용	$f_{sample} \geq 64$	
	전기품질감시용	$f_{sample} \geq 200$	
시각동기	GPS내장형 및 IRIG-B Connection	Re-antenna설비필요 BNC Connector사용	
동기시각 수신불능 검출 기능	위성정보를 받지 못 할 때를 감지 -loss of satellite -loss of time	내부 Clock으로 동기시각 서비스 할 수 있을 것	
시각표시 오차 (Time Stamping)	전압, 전류 샘플링 시간오차	배전선급	$error < \pm 25[\mu s]$
		HV 송전 선급	$error < \pm 4[\mu s]$
		EHV이상	$error < \pm 1[\mu s]$
	보호, 제어 신호	$error < \pm 100[\mu s]$	
전압, 전류정격	전압	110[V]/190[V]	
	전류	5[A]/1[A]	
아날로그 입력 채널수	3상 전압, 전류	8 채널 (CT, PT입력 8조수용)	
디지털 출력	최소 4개 이상의 Dry Contact	-Loss of time -자체시스템 Failure -DC Power Failure -기타 용(선택)	
통신 접속 단자 (Communication Port)	Ethernet통신 Port	100[Mbits], Optical, ST/LC Connect	
인터페이스 장치	Display	LCD/VFD/FND	
	Service Interface	RS 485/232	
전원	AC/DC 88~256[V]		
Unit형태/ 설치형태	-Draw-out형 -Flush Mounting with Screw Type Terminal	-Draw-out시 CT단자는 자동적으로 단락되어야 함	
사용 온도	사 용	-10~55[°]	
	저 장	-25~75[°]	
시험	EMC	-IEC 60044	

두 개의 전송방법에 대해 머징유닛은 IEC 61850에서 정하는 컨트롤 블록인 MSVCB(Multicast Sampled Value Control Block)와 USVCB(Unicast Sampled Value Control Block)를 이용하여 SV의 전송방식을 설정하게 되며 컨트롤 블록내의 구성요소인 SvEna를 True 값으로 하게 되면 머징유닛은 SV를 컨트롤 블록의 설정값에 따라 네트워크에 전송하게 된다.

**표 2. 멀티 전송 컨트롤 블록**  
Table 2. Multicast Sampled Value Control Block

구성요소 명칭	타입 설명	비 고
Msv CBNam	객체명	MSVCB의 객체명으로 참고객체의 포맷이됨
Msv CRef	참고객체 (Object Reference)	머징유닛의 데이터구조의 참고객체 위치
SvEna	Boolean	TRUE = 샘플링된 값 버퍼의 전송이 활성화 FALSE = 샘플링된 값 버퍼의 전송이 비활성
UsvID	Visible-string	MSVCB가 참고하는 객체의 포맷이됨
DatSet	ObjectReference	MSV로 보낼 머징유닛의 전압/전류 데이터셋
ConfRev	Integer	MSVCB를 수정하면 증가
SmpRate	Integer	주기 당 샘플의 양
OptFlds		
refresh-time	Boolean	TRUE = SV 버퍼는 속성 "RefrTm"을 포함. FALSE = 속성 "RefrTm"은 SV버퍼에서 불가용
sample-synchronised	Boolean	TRUE = SV 버퍼는 속성 "SmpSynch"를 포함 FALSE = 속성 "SmpSynch"는 SV버퍼에서 불가용
sample-rate	Boolean	TRUE = SV 버퍼는 속성 "SmpRate"를 포함 FALSE = 속성 "SmpRate"는 SV버퍼에서 불가용

머징유닛이 디지털 전압, 전류를 IEC 61850이 정하는 SV로 전송하기 위해서 우선적으로 해야 하는 엔지니어링 과정은 머징유닛이 가지고 있는 전압과 전류의 데이터 값에 대한 데이터셋을 작성하는 것이다. 이는 IED의 GOOSE와 리포트를 위한 엔지니어링 과정과 동일하고 IEC 61850-5에서 정하는 SCL(Substation Configuration Description Language)파일을 기반으로 수행할 수 있다. 하지만 현재 상용화된 틀은 머징유닛의 SV 전송을 위한 설정은 지원하지 않고 있다. 머징유닛이 SV를 네트워크에 전송할 때에는 GOOSE와 같이 IP가 아닌 가상 MAC 주소를 목적주소로 사용하게 되며 IEC 61850이 권고하는 주소의 범위는 01-0C-CD-04-00에서 01-0C-CD-04-01-FF까지이다.

### 3. 머징유닛 시험 방안

현재까지 제품으로 나와 있는 머징유닛에 대해서는 머징유닛의 IEC 61850 통신기능과 전송성능을 측정하기보다는 입력된 전압·전류의 아날로그 값이 통신을 통해 전송되는 지 디지털 데이터값 수신에 대한 시험자의 육안 검사가 전부이며, 프로세스 버스에 대한 규격이 완벽하게 정의되지 않고 실제 적용이 아직 연구 중에 있어 시험방안에 대한 구체적인 절차는 없는 상황이다. 그러나 완전한 변전자 동화시스템 구현을 위해 머징유닛에 대한 중요성이 증가하고 실제 국내를 포함한 전 세계적으로 다양한 연구와 시작품이 개발 중에 있다. 따라서 국내에서 개발 중인 머징유닛의 국제수준으로 성능을 보증하기 위해서는 UCA 국제인증절차가 제정되어 있는 IED의 적합성 시험과 같은 시험방안에 대한 연구가 필요하다. 본 연구는 지금까지 국내에서 수행한 IEC 61850 기반의 IED에 대한 통신서비스 적합성 시험에 대한 경험과 기술을 토대로 하여 머징유닛의 IEC 61850 통신서비스 시험을 설계하고 IED가 보호·제어기능을 수행하듯이 데이터 전송에 대한 성능 검증 방안 수립을 목표로 하였다. 본 논문에서 제시하는 머징 유닛의 시험 방법은 IEC 61850 통신서비스 시험방법에 있어서, 머징 유닛의 전송방법을 정의하는 컨트롤 블록에 대한 설정요청과 응답 그리고 설정에

다른 정상적인 샘플값의 전송을 시험하는 양성 시험 단계와 컨트롤 블록의 설정을 IEC 61850 규격과 달리하여 머징 유닛의 음성응답을 확인하는 음성 시험 단계, 머징 유닛이 샘플값을 디지털 네트워크를 통해 전송함에 있어 신뢰성 및 성능을 검증하는 기능 시험 단계로 구성된다.

### 3.1 머징유닛 적합성 시험 설계

본 논문에서 제시하는 머징유닛의 IEC 61850 통신 서비스와 전송기능에 대한 시험순서도는 그림 3과 같다.

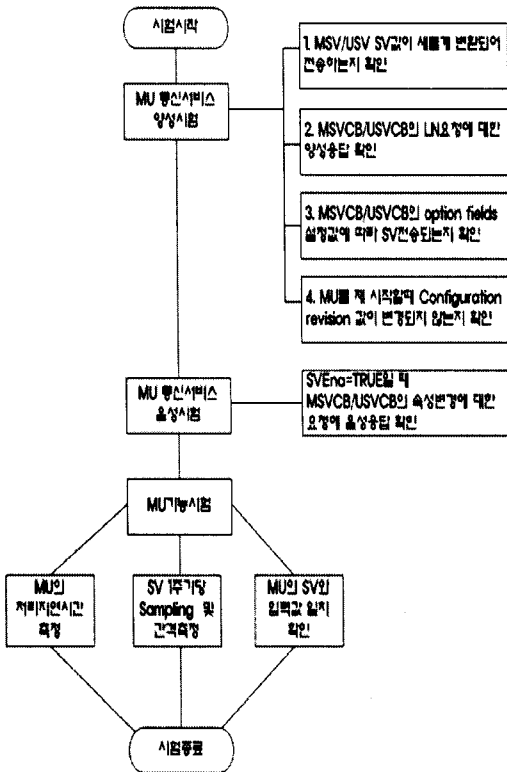


그림 3. 머징유닛 시험 순서도  
Fig. 3. Flow chart of MU testing

머징유닛의 통신서비스에 대한 적합성시험은 SV의 전송을 위한 컨트롤 블록의 설정요청에 대한 머징유닛의 양성응답을 확인하고 SV의 기본적인 전송능력을 시험하는 양성시험과 컨트롤 블록의 설정시

잘못된 파라미터를 사용하여 머징유닛의 음성응답을 확인하는 음성시험으로 세분화된다. 머징유닛의 컨트롤 블록은 IED의 상위시스템으로의 데이터전송을 담당하는 RCB(Report Control Block)와 GOOSE를 담당하는 GoCB(GOOSE Control Block)와 같이 IEC 61850 통신서비스를 통해 데이터를 어떤 방법으로 전송하겠다는 정의를 할 수 있는 기능으로 이에 대한 검증을 통해 머징유닛과 연결되는 IED와 데이터 전송에 있어 상호운용을 보장할 수 있다. 머징유닛의 통신서비스 양성시험은 다음과 같다.

- 시험장치에서 주입된 아날로그 전압/전류값이 SV로 변환되어 매 샘플값의 크기와 시간이 다르게 되어 멀티캐스트 또는 유니캐스트로 전송되는지 확인한다.
- 머징유닛에 구성된 데이터객체(Logical Node) 리스트에 대한 요청과 MSVCB와 USVCB의 설정값에 대한 요청에 머징유닛의 양성응답과 반환값의 정확성을 확인한다.
- 머징유닛의 SV시 MSVCB와 USVCB의 옵션 필드(Optional field)인 리프레쉬타임(refresh-time), 동기샘플(sample-synchronised), 샘플률(sample-rate)의 3가지 항목의 조합에 따라 SV가 전송되는지 확인하여 머징유닛의 옵션 필드 설정에 따른 SV 전송기능을 검증한다.
- 머징유닛을 강제적으로 재 시작하도록 구성하여 SV의 구성개정(Configuration revision)이 변화하지 않음을 확인하여 머징유닛이 국제규격에 따라 SV의 컨트롤 블록 수정이외에는 구성개정을 증가하지 않도록 하는 규정을 따르는지 확인한다.

머징유닛의 IEC 61850 음성시험은 SV가 현재 전송됨을 의미하는 MSVCB와 USVCB의 SvEna가 True일 때 표 2의 컨트롤 블록의 속성변경에 대한 요청시 머징유닛이 보내는 음성응답을 확인한다. 이는 IEC 61850 국제규격이 머징유닛은 SV 전송시 컨트롤 블록의 속성변경을 금지하는 조항을 시험하는 것으로 머징유닛이 데이터 전송중에는 컨트롤 블록에 대한 접근이 안 됨을 확인하기 위함이다.

머징유닛(MU)의 주 목적은 IEC 61850 통신서비스를 통해 변전소의 계측 또는 보호를 위해 전압과

전류를 정확하고 빠르게 전송하는 것이다. 따라서 머징유닛이 입력된 아날로그 데이터를 디지털 데이터 처리과정을 통해 디지털 값인 SV로 목적지까지 허용오차 범위 이내로 정확히 전송했는지를 확인하는 시험이 필요한 것이다. 본 시험을 위해서는 크기와 위상을 알고 있는 기지의 아날로그 전압 또는 전류신호를 머징유닛에 입력하고 그것의 출력이 통신 네트워크를 통하여 다른 장치(예로서 보호IED 등)로 전달되어 저장되었을 때 그 저장된 신호를 읽어내어 다시 아날로그 데이터로 변환한 후 입력하였던 아날로그 신호와 비교하여 아래와 같은 사항을 확인해야한다.

- 머징유닛의 처리 지연시간  
머징유닛에서 처리되는 전 과정에 소요되는 시간지연을 측정 확인하기 위하여 머징유닛으로부터 전송된 전압, 전류 SV 데이터를 수신한 시험장치의 수신시간( $T_r$ )으로부터 머징유닛에 입력된 아날로그 전압, 전류의 인가 시간( $T_s$ )을 빼어 산출한다.

머징유닛의 처리지연시간(매 샘플 값의 시간차):  $T_r - T_s$

여기서  $T_r$  : 시험장치(가상IED)에 수신된 시간  
 $T_s$  : MU에 전압전류인가된 시간

- SV 1주기당 샘플링 수 및 간격 측정  
시험장치를 통해 머징유닛이 전송하는 수 주기의 SV를 저장하여 샘플링 수와 샘플 간격을 측정하고 이를 통해 머징유닛이 적용하고자 하는 보호 또는 계측분야의 샘플링 수와 간격에 만족하는지를 확인한다.
- 머징유닛의 SV와 입력값 일치 확인  
머징유닛으로부터 수신한 SV를 이용하여 D/A 변환하여 그런 전압·전류 파형을 재생하고 이를 머징유닛에 인가된 전압·전류파형과 시간동기를 맞추어 비교한다. 이를 통해 머징유닛이 전송하는 SV의 정확성을 검증하고 실제파형과의 위상차를 분석한다. 위상을 맞추고 각 시점에서 오차를 산출하였을 때 최대오차가 변성기(CT,PT) 오차를 포함하여 용도에 따라 허용하는 값 이하여야 한다.

### 3.2 Merging Unit 시험 시스템

그림 4는 본 논문의 디지털 변전소 머징유닛을 시험하기 위한 시험시스템을 보여주고 있다. 프로세스 시뮬레이터는 머징유닛에 주입할 아날로그 전압/전류를 발생시키는 장치이고, 네트워크 시뮬레이터는 CT와 PT에 대한 머징유닛이 가지고 있는 IEC 61850 국제규격의 데이터모델인 TCTR과 TVTR의 데이터값을 머징유닛으로부터 전송되는 패킷과 LN의 데이터속성 값에 대한 통신서비스 응답을 분석하는 장치이다. 가상IED는 머징유닛으로부터 SV를 수신하여 저장하는 컴퓨터 프로그램이며 머징유닛 시험시뮬레이터(MU Testing Simulator)는 프로세스 시뮬레이터의 전압전류 인가 값과 가상 IED에 저장된 머징유닛의 SV를 비교하여 본 발명에서 제시하는 머징유닛 시험방법에 따라 머징유닛을 시험하게 된다.

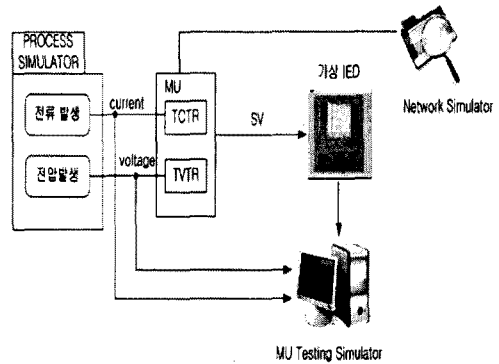


그림 4. 머징유닛 시험 시스템  
Fig. 4. Testing system of MU

### 3.3 MU 시험절차서 사례

본 절에서는 IED의 IEC 61850 적합성 시험에 사용되는 포맷인 UCA testing procedure를 본 논문의 머징유닛 시험방법을 적용한 사례를 보이고자 한다. 표 3은 머징유닛의 음성시험의 한 예로서 클라이언트의 쓰기 명령에 제약이 있는 MSVCB의 MsvCVNam과 MsvCbRef에 쓰기명령을 내렸을 때 머징유닛이 서비스에러를 가지고 응답하는 확인하

는 것이다. 본 연구에서는 이와 같은 형식으로 머징 유닛의 IEC61850 통신서비스 시험을 표현하였으며 머징유닛의 기능시험의 경우에는 변전자동화 시스템 기반에서 시험을 할 수 있도록 UML(Unified Modelling Language)을 이용한 시험절차서로 표현할 계획이다

**표 3. MU 시험절차 사례**  
**Table 3. Example of MU testing procedures**

TsvNp2	set unconfigurable attributes in the SVCB	<input type="checkbox"/> Passed <input type="checkbox"/> Failed <input type="checkbox"/> Inconclusive
IEC 61850-7-2 Subclause IEC 61850-8-1 clause		
<u>Expected result</u>  1. DUT sends a SetMSVCBValues response+ 2. DUT sends a SetMSVCBValues response- (unconfigurable) 3. DUT sends a SetMSVCBValues response- (unconfigurable)		
<u>Test description</u>  1. Client requests a SetMSVCBValues to disable SvEna 2. Client requests a SetMSVCBValues with valid MsvCBNam 3. Client requests a SetMSVCBValues with valid MsvCBRef  ※ USVCB 경우도 동일		
<u>Comment</u>		

### 3. 결 론

본 논문에 의한 디지털 변전소 머징유닛 시험 방법은 IEC 61850 기반의 프로세스 버스에 적용되는 머징유닛의 통신서비스에 대한 적합성시험과 전압/전류의 디지털 값에 대한 전송기능 시험에 대하여 국내의 최초로 다루고 있다. 디지털 변전소의 완성

을 위해서는 머징유닛을 통한 프로세스의 전압/전류 값의 디지털 전송이 이루어져야 하며 본 논문의 방법을 통해 이에 대한 효과적인 검증과 시험을 수행할 수 있는 초석을 다지게 되었고 국제적으로도 관련분야의 기술 및 규격에서 선도할 수 있는 위치에 오를 것으로 기대한다. 또한 국내의 머징유닛 개발과 프로세스 버스와 연결된 IED 개발 시 본 논문이 제시하는 기술을 통하여 제품의 성능검증 뿐 아니라 관련분야의 국내기술향상에도 큰 도움이 될 것으로 예상된다.

### References

- (1) 한국전력공사, "디지털 기술기반의 차세대 변전시스템 개발 1단계 보고서", 지식경제부, 2008.
- (2) 이남호, 장병태, "IEC 61850 규격 기반 디지털 변전자동화 시스템 통신성능 시험에 관한 연구", Trans. KIEE, Vol. 57 No1, 2008.
- (3) IEC 61850-9-1, 9-2, "Specific Communication Service Mapping (SCSM)-Sampled values over ISO/IEC 8802-3", IEC, 2004.
- (4) IEC 61850-10, "Conformance Testing", IEC, 2004.
- (5) "Conformance Test Procedures for Server Devices with IEC 61850-8-1 interface Revision 2.0", UCA ILC.
- (6) "FUNCTIONAL TESTING OF IEC 61850 BASED SYSTEMS", CIGRE Task Force B5.92, 2007.
- (7) Luc HOSENLOPP, Damien THOLOMER and Dac Phuoc BU, "Proces bus: Experience and impact on future system architecture", CIGRE B5-104, 2008.

### ◇ 저자소개 ◇

#### 이남호 (李南鎬)

1973년 7월 26일생. 1998년 명지대 공대 전기공학과 졸업. 2001년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2004~2006년 LS산전(주) 전력연구소 주임연구원. 현재 한국전력공사 전력연구원 일반연구원.

#### 장병태 (張炳泰)

1964년 12월 23일생. 1990년 부산대 공대 전기공학과 졸업. 1999년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992년~현재 한국전력공사 전력연구원 선임연구원.