

IEC 61850을 이용한 지능형 전력 정보 장치를 위한 객체 모델 연구

김경호, 이동욱, 장수형, 신영준  
전력연구소, LS산전(주)

A Study on Object Model for "Intelligent Power Information Unit/Phasor Measurement Unit"  
Using IEC 61850

Kyung-Ho KIM, Dong-Wook Lee, Su-Hyeong Kenneth Jang, Young-June Shin  
Electrotechnology R&D Center, LS Industrial Systems Co., Ltd.

**Abstract** - 현재 선진국에서는 대규모 정전 사태에 대비할 수 있는 광역 감시 및 보호 시스템이 연구되고 있고 실제 필드에 적용되어 사용중인 시스템도 있지만 통신 환경의 호환성등 제한 조건이 발생되고 있다. 이에 변전소 자동화 국제표준 프로토콜인 IEC 61850을 적용하여 기존 광역 감시 시스템들의 통신 호환성의 제약을 해결하고자 하였다. 국제 표준인 IEC 61850 프로토콜은 변전소 자동화 시스템을 위해 표준화된 객체 모델을 기반으로 이루어지고 있지만 전력설비의 다양한 모델을 완벽하게 객체화하기 위하여 TC57위원회에서는 지속적으로 객체 모델 수정 및 추가 작업을 진행중이다. 본 연구는 광역 전력계통 감시에 필요하지만 IEC TC57에서 표준화되지 않은 전압안정도를 위한 객체 모델을 제시하였고, 객체에 대한 Logical Node(이하 LN)과 Common Data Class(이하 CDC)를 구성하였다. 이 LN은 LS산전의 지능형 전력 시스템 정보 장치(i-PIU: intelligent Power system Information Unit, PMU: Phasor Measurement Unit)에 적용되고 있다.

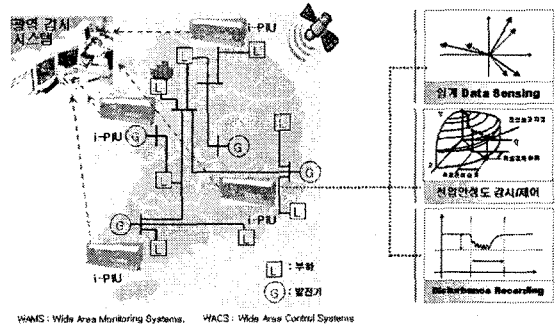
1. 서 론

세계 각국에서 제시된 변전소내 프로토콜들이 Global standard 시대로 접어들면서 변전소 자동화를 계기로 국제 표준이 적용되는 변전소 자동화용 통신 프로토콜인 IEC 61850을 제시하게 되었다. IEC 61850은 지금까지 변전소 자동화를 구현하는데 있어 가장 큰 문제점이었던 제품의 제작사마다 다른 통신 표준을 적용함으로써 발생하는 문제점을 해결하고자 1990년대 초반부터 미국과 유럽에서 이를 개발하려는 연구가 시작되었고 현재는 IEC 61850의 Part-10까지 모든 세부 규격이 발표된 상태이다. 세계 선진 기업들은 그동안 표준안을 제정하는 과정을 통해 축적된 기술을 바탕으로 변전소 자동화 운영에 필요한 각종 시스템과 IEC 61850이라는 새로운 개념의 단말 장치와 보호 계전기등을 개발하고 있다. 본 논문에서는 변전소 구조 및 통신에 관한 국제 표준 규격인 IEC 61850을 LS산전에서 개발 중인 새로운 개념의 지능형 전력 시스템 정보 장치(i-PIU, intelligent-Power system Information Unit)에 적용하고자 한다. 또한, 선진사들이 앞선 보호계전기 시장에서 IEC 61850과 연계되는 변전소 자동화시스템 통합 솔루션을 갖는 보호계전기에 적용하여 향후 광역 전력계통 감시시스템에서의 표준 규격은 국내에서 선점하기를 바라는 바이다. 본 논문에서는 IEC 61850 표준 프로토콜 기술을 실제 광역 전력계통 감시 장치에 적용하기 위한 핵심주제인 데이터 모델을 제시하고 제시된 방법에 따른 시험 결과를 예시하였다.

2. 본 론

2.1 지능형 전력 정보 장치(i-PIU)의 특징

최근 세계적으로 계속해서 발생하는 대규모 정전 사고는 전력이 현대 산업에 미치고 있는 영향력에 기인하여 사회 전반적으로 큰 충격을 주는 재난 사고가 되고 있지만 광역정전(Wide area blackout)은 Macro Engineering 적인 성격으로 인한 제어·감시의 어려움이 있다. 특히 송전시스템을 중심으로 사고 발생시 전체 전력 계통에 심각한 영향을 발생하게 된다. 이에 기존의 지역적인 보호시스템이 아니라 새로운 개념의 보호시스템인 광역 보호 시스템이 필요하게 되었고, 이에 핵심 장치인 광역 전력계통 감시 장치는 전력계통의 주요지점에 설치되어 전압, 전류의 페이저(Phasor)를 인공위성에서 수신된 시각동기에 맞춰 취득, 가공, 고속 전송함으로써 광역 전력계통의 이상 발생을 감시(WAMS) 및 제어(WACS)하기 위한 Data를 취득하고 분석하기 위한 장치이다. 그림1은 i-PIU를 적용한 시스템의 구성도이다.



<그림 1> i-PIU를 적용한 광역 감시시스템 구성도

i-PIU에는 기존의 보호계전기와는 구별이 되는 다음과 같은 필수 기술이 요구된다.

- GPS 시동기를 이용한 신호 처리 기술
- 전압 안정도 감시 기술
- 전압안정도 감시용 고속 통신 기술

2.2 i-PIU의 IEC 61850 적용

광역 전력 계통 감시시스템을 위한 가장 중요한 선결 기술은 실시간성과 안정된 전압 데이터 취득 및 통신 연계기술이다. 이에 감시시스템의 하위 데이터 취득 장치 및 보호 장치인 i-PIU는 GPS 시동기를 이용한 신호 처리 알고리즘과 전압안정도 감시 알고리즘을 사용하여 고정밀의 안정된 광역 감시 기능을 실현하려고 한다. 더욱이 변전소 자동화용 국제 표준 프로토콜인 IEC 61850을 적용하여 광역 감시 시스템과 다른 전력 계통 시스템과의 호환성도 가능하다.

### 2.2.1 i-PIU를 위한 IEC 61850 데이터 모델

IEC 61850은 변전소 자동화 시스템에 데이터를 전달하는데 사용되는 표준 인터페이스를 정의하고 있는데 이를 Logical Node(LN)라고 부른다. 지금까지 IEC 61850 Part-10 Conformance Test를 포함하여 모든 세부 규격이 발표되었다. IEC 61850 Part-7에 따르면 총 13종류 92개의 Logical Node가 발표되었다. 하지만 전력설비의 다양성을 완벽하게 표현할 수 있기에는 부족하여 현재 TC57에서도 계속해서 앞서 발표된 데이터 모델의 수정 및 정비 작업이 수행되고 있으며 Wind(Wxxx), Hydropower(Hxxx), Solar(Oxxx), Battery(Bxxx), Fuel Cell(Fxxx), Power Plant(Nxxx)에 대한 LN를 추가하기 위한 작업들이 진행중이다. 이에 표1은 표준 프로토콜인 IEC 61850 규격에서 정의되지 않았지만 광역 정전 감시 장치에 필요로 되는 전압 안정도에 관한 데이터 모델(LN)을 다음과 같이 구현하였다. 전압, 전류, 주파수, GPS(Global Positioning System) 상태, 그리고 i-PIU에 관련되어 필요한 접점 상태에 대한 데이터를 객체로 구성하였다.

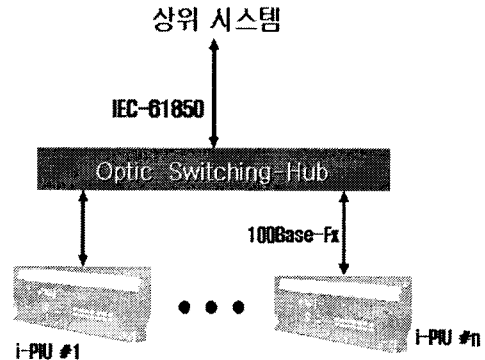
<표1 광역 정전 감시 장치를 위한 MVSI LN>

RVSI class				
Attribute Name	Attr. Type	Explanation		M/O
LNName		Name of the Data		
<b>Data</b>				
<b>Common Logical Node Information</b>				
		Common LN 클래스의 필수적인 모든 속성을 상속		M
EEHealth	INS	External equipment health		O
EEName	DPL	External equipment name plate		O
<b>Status Information</b>				
StableLev	MV	안정도 측정값		M
StableRef	MV	안정도 기준값		M
VoltLev	MV	전압 측정값		M
VoltRef	MV	전압 기준값		M
AmpLev	MV	전류 측정값		M
AmpRef	MV	전류 기준값		M
FreqLev	MV	주파수 측정값		M
FreqRef	MV	주파수 기준값		M
FreqDevLev	MV	단위시간당 주파수 편차 측정값		M
FreqDevRef	MV	단위시간당 주파수 편차 기준값		M
StableAlarm	MV	안정도 알람 발생여부		M
VoltAlarm	MV	전압 알람 발생여부		M
AmpAlarm	MV	전류 알람 발생여부		M
FreqAlarm	MV	주파수 알람 발생여부		M
FreqDevAlarm	MV	단위 시간당 주파수 편차 알람 발생여부		M
GPSAlarm	SPC	GPS 이상상태 발생 여부		O
GPSHold	SPC	GPS Holdover 발생 여부		O
PtSts	SPC	i-PIU관련 접점상태		O

i-PIU는 전압, 전류, 주파수, 단위 시간당 주파수 편차의 데이터들은 실시간 측정 데이터의 레벨(Level)이 기준값(Reference)보다 높게 발생될 때 해당 데이터의 알

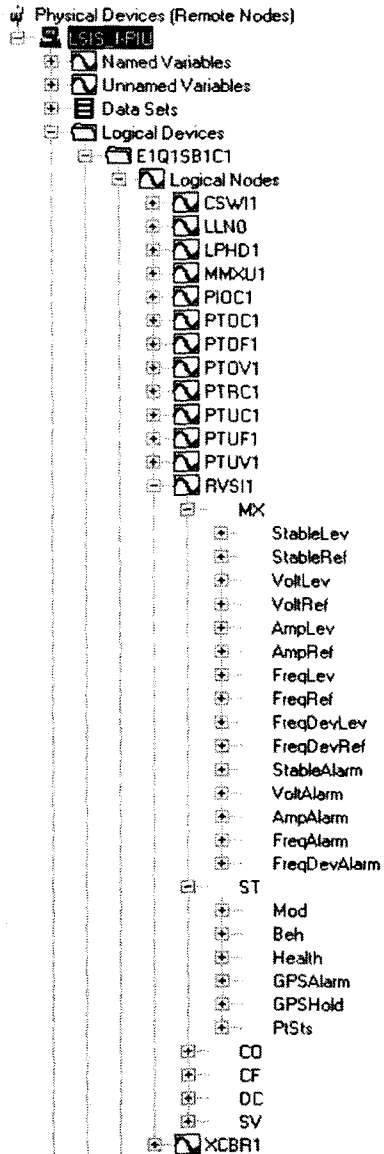
람(Alarm)이 발생시켜 사용자에게 인지를 시킨다. 안정도 데이터는 내부의 전압위험지수 연산 알고리즘을 통해 발생된 결과 값(stableLev)이 기준값(stableRef)보다 높을 때에 대해서 알람(stableAlarm)이 동작하게 된다. GPS의 이상상태가 발생하는 예외상황(GPSAlarm)과 신호 불량이나 연결선의 훼손이 발생하는 고장 상황에 대한 경고(GPSHold)를 알려주고, i-PIU에 관련된 접점 상태에 대한 정보(PtSts)를 위한 데이터를 설정하였다.

i-PIU에서는 위에서 정의한 RVSI(Protection related function - Voltage Stability Index)와 함께 CT와 VT에서 값을 취득하고 3상/다상 전력계통의 상순과 불평형을 계산하기 위해 IEC 61850에서 정의되어 있는 MSQI(Sequence and imbalance)를 MMXU와 함께 데이터 값들의 모델링을 적용하였다. 또한, 보호알고리즘으로 PTOC(한시과전류보호), PIOC(순시과전류보호), PTUC(한시저전류보호), PTOV(과전압보호), PTUV(저전압보호), PTRC(Trip 상태)등도 함께 적용되어 있다. 위와 같은 데이터 모델링을 적용한 i-PIU는 상위 시스템과 IEC61850의 MMS(Manufacturing Message Specification) 프로토콜을 통해 데이터를 송수신하게 되는데 전체 시스템 구성은 다음과 같다.

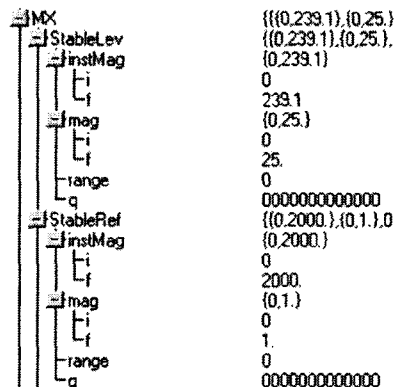


<그림2 i-PIU 시스템 구성도>

그림3은 상위 시스템에서 MMS 통신을 통해 i-PIU에 적용된 데이터 모델(LN)들에 대해 화면에 출력된 결과이다. 또한, 그림 4도 전체 CDC중 StableLev와 StableRef에 대한 데이터의 실시간 값을 MMS 통신을 통해 상위 시스템에서 출력된 결과를 보여주고 있다. 상위 시스템과 데이터 입출력을 담당하는 i-PIU에 적용된 데이터들의 LN들이 서로 일치하는 것을 확인하였으며 RVSI의 CDC들 값들도 정확히 반영되어 있음을 확인할 수 있다.



<그림3 상위 시스템에 출력된 LN 데이터>



<그림4 상위 시스템에서 출력된 CDC 데이터>

### 3. 결 론

본 논문에서는 국제 표준인 IEC 61850 프로토콜을 광역 전력계통 감시 시스템의 핵심 장치인 지능형 전력 정보 장치(i-PIU, PMU)에 적용하였을 경우 필요한 새로운 데이터 모델을 제시하였고, 실제 MMS 통신으로 상위 시스템에서 감시 데이터를 수집하였을 경우 프로세스 레벨의 i-PIU에서 정확한 데이터가 전송되는 것을 확인하였다.

향후 광역 전력계통 감시시스템과 이를 위한 데이터 취득 기기(i-PIU, PMU)에 국제 표준 프로토콜인 IEC 61850의 적용은 필수적이며, 이러한 제품은 향후 한국 전력 계통의 계통 안정화와 전력 산업 분야의 국가경쟁력 확보에 큰 도움이 될 것으로 예측하고 있다.

#### 감사의 글

본 과제는 산업자원부의 중기거점 기술개발 사업 지원에 의하여 수행되고 있음. (과제번호 10000017)

#### [참 고 문 헌]

- [1] Standard series IEC 61850, Communication network and systems in substations
- [2] 김상태, 이정현, 김지영, 이동철, 문영환, 김태현, "광역정전 Defence를 위한 System Architecture 설계 및 개발", 대한전기학회 하계 학술 대회, pp165-166, 2006년 7월
- [3] Klaus-Peter Brand, Martin Ostertag and Wolfgang Wimmer, "Safety related, distributed functions in substations and the standard IEC 61850", Paper accepted for presentation at 2003 IEEE Bologna PowerTech Conference, June 2003.
- [4] LS산전, '광역 전력계통 감시 기술 개발', 2006 대한민국 기술대상 심사 논문, 2006년 8월
- [5] LS산전, 'Agent 기반의 광역 전력계통용 센서 및 통신기기 (i-PIU) 개발', 중기거점 기술 개발 사업 2차년도 과제 보고서, 2006년 2월
- [6] 한국전력거래소(KPX), '계통현상분석 장치 운영기준', 2006. 05.26 제정