

전력유틸리티 자동화 표준, IEC 61850의 표준개발 현황



임성정

한국전기연구원
전기기기평가본부 선임연구원

1 개황

국제 전기기술 위원회(IEC)에서 전력시스템 관리 및 관련 정보교환에 대한 국제표준화를 담당하는 '기술위원회(TC) 57'에서는 1995년에 변전소 내 통신 표준화를 제안하였다. 제안한 표준은 변전자동화(SA: Substation Automation)에 대한 내용으로 표준번호는 IEC 61850으로 지정되었으며, 착수 이후 14개 부속표준이 2002~2005년에 걸쳐 1판이 완료되었다. IEC 61850 표준은 기존의 통신 프로토콜에서 다루지 못한 데이터 모델에 의미(Semantics)를 부여하였고, 추상 통신 서비스 개념을 도입하여 최신 통신 기술을 적용할 수 있게 하였다. 또한, 변전소 구성언어(SCL: Substation Configuration description Language)를 개발하여 시스템 설정에 활용함으로써 그림 1과 같이 변전자동화 이외에 수력발전, 분산전원, 풍력발전 등 스마트그리드의 여러 도메인에서 적용하게 되었다.



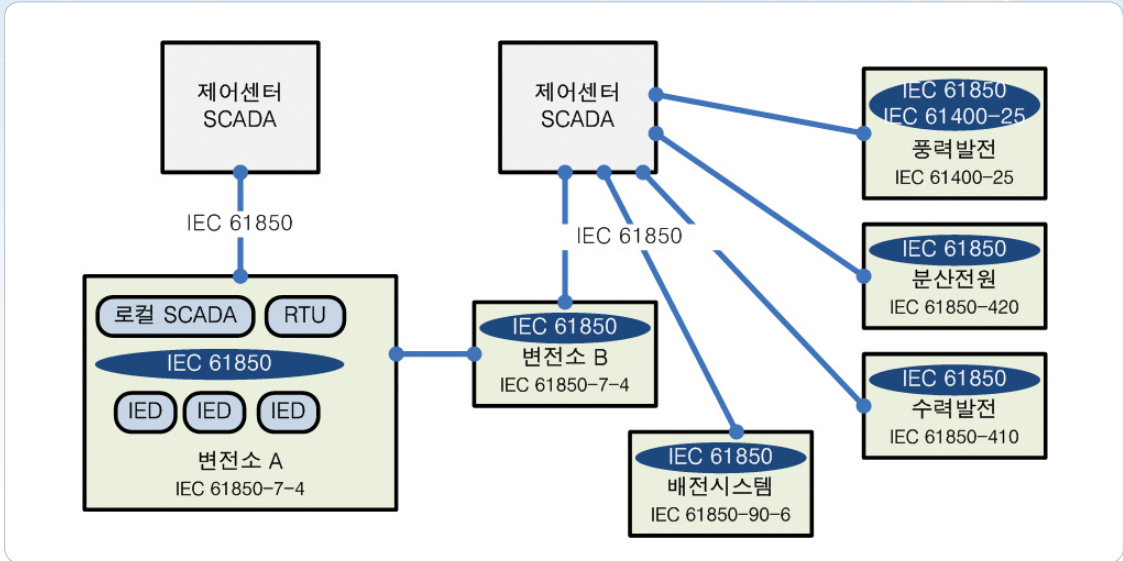


그림 1 IEC 61850 표준의 적용범위 확장

IEC 61850 표준, 1판이 발행된 이후 이 표준을 바탕으로 지능형 전자장치(IED)와 상위 시스템(HMI)을 구현하고, 실제 변전소에 적용하면서 발생하는 여러 기술적인 문제점을 해결하는 작업이 진행되었다. 특히, 변전소 간 통신, 변전소-제어센터 간 통신과 같은 새

로운 기능의 추가와 더불어 수력발전, 분산전원, 배전시스템 자동화 등과 같이 새로운 도메인의 추가에 대한 요구사항이 발생하면서 현재 IEC 61850 표준은 2009년~2013년에 걸쳐 2판이 완료되었다.

그림 2에서는 IEC 61850 표준의 발전에 대한 내용을

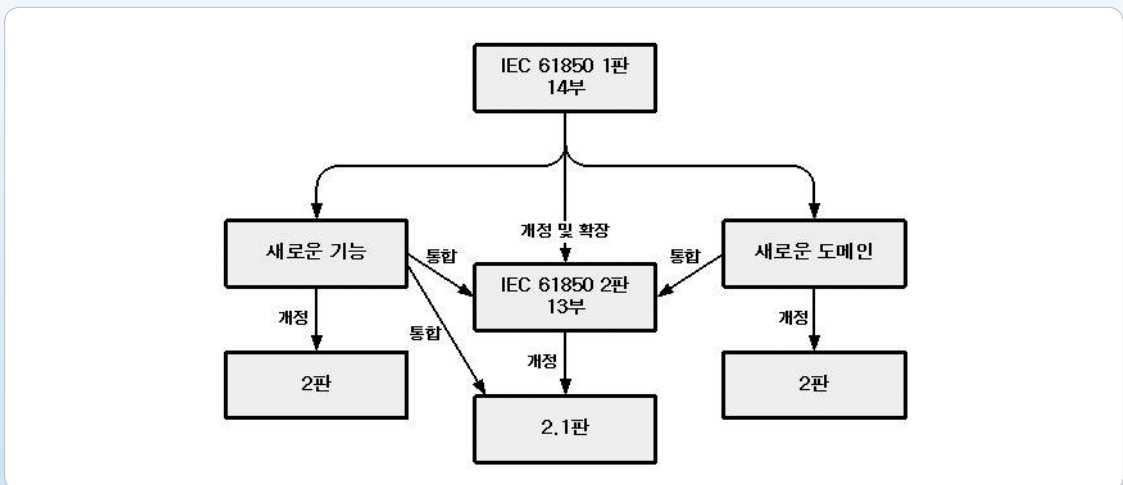


그림 2 IEC 61850 표준의 발전

나타내었다. 1판은 총 14부로 구성되었으며, 새로운 기능과 새로운 도메인이 추가된 2판에서는 단방향 샘플 값 전송 표준인 제 9-1부를 제외한 13부의 표준이 개정되었다. 또한, 새로운 기능에 대한 표준과 새로운 도메인에 대한 표준이 작성되고 있으며, 2판에 새로운 기능을 통합한 2.1판 개정작업이 진행되고 있다.

본고에서는 변전자동화 표준에서 전력유틸리티 자동화 표준으로 확장되고 있는 IEC 61850 표준의 개발 현황에 대해 살펴보고자 한다.

2 데이터 모델의 확장

데이터 모델은 논리노드(Logical Node)와 공통 데이터 클래스(CDC: Common Data Class)의 형식으로 각각 IEC 61850-7-4와 IEC 61850-7-3 부속표준에서 정의하였다. 표 1에서는 IEC 61850-7-4, 1판에서 정의한 논리노드를 수록하였다. 1판에서는 92개의 논리노드를 정의하였으며 각각의 논리노드는 종류별로 (A)부터 (Z)까지 분류하였다. 특히, 1판에서는 변전소 내 통신 표준화가 주요 목적으로서 보호기능과 보호 관련

표 1 논리노드 목록 (IEC 61850-7-4:2003, 1판)

종류	논리노드									
(A)자동제어	ANCR	ARCO	ATCC	AVCO						
(C)제어	CALH	CCGR	CILO	CPOW	CSWI					
(G)일반	GAPC	GGIO	GSAL							
(I)인터페이스	IARC	IHMI	ITCI	ITMI						
(L)논리노드	CmLN	LLN0	LPHD							
(M) 계측 및 측정	MDIF	MHAI	MHAN	MMTR	MMXN	MMXU	MSQI	MSTA		
(P)보호기능	PDIF	PDIR	PDIS	PDOP	PDUP	PFRC	PHAR	PHIZ	PIOC	PMRI
	PMSS	POPF	PPAM	PSCH	PSDE	PTEF	PTOC	PTOF	PTOV	PTRC
	PTTR	PTUC	PTUV	PUPF	PTUF	PVOC	PVPH	PZSU		
(R)보호관련기능	RADR	RBDR	RBRF	RDRE	RDRS	RFIR	RFLO	RPSB	RREC	RSYN
(S)센서와 감시	SARC	SIMG	SIML	SPDC						
(T)계기용변성기	TCTR	TVTR								
(S)개폐기	XCBR	XSWI								
(Y)변압기	YEFN	TLTC	YPSH	YPTR						
(Z)향후 장비	ZAXN	ZBAT	ZBSH	ZCAB	ZCAP	ZCON	ZGEN	ZGIL	ZLIN	ZMOT
	ZREA	ZRRC	ZSAR	ZTCF	ZTCR					

표 2 논리노드 목록 (IEC 61850-7-4:2010, 2판)

종 류	논리노드									
(A)자동제어	ANCR	ARCO	ARIS	ATCC	AVCO					
(C)제어	CALH	CCGR	CILO	CPOW	CSWI	CSYN				
(F)기능블록	FCNT	FCSD	FFIL	FLIM	FPID	FRMP	FSPT	FXOT	FXUT	
(G)일반	GAPC	GGIO	GLOG	GSAL						
(I)인터페이스	IARC	IHMI	ISAF	ITCI	ITMI	ITPC				
(M)기계적 센서	KFAN	KFIL	KPMP	KTNK	KVLV					
(L)논리노드	CmLN	LCCH	LGOS	LLNO	LPHD	LSVS	LTIM	LTMS	LTRK	
(M)계측 및 측정	MENV	MFLK	MHAI	MHAN	MHYD	MMDC	MMET	MMTN	MMTR	MMXN
	MMXU	MSQI	MSTA							
(P)보호기능	PDIF	PDIR	PDIS	PDOP	PDUP	PFRC	PHAR	PHIZ	PIOC	PMRI
	PMSS	POPF	PPAM	PPTR	PSCH	PSDE	PTEF	PTHF	PTOC	PTOF
	PTOV	PTRC	PTTR	PTUC	PTUV	PUPF	PTUF	PVOC	PVPH	PZSU
(R)보호관련기능	RADR	RBDR	RBRF	RDIR	RDRE	RDRS	RFIR	RFLO	RPSB	RREC
	RSYN									
(S)센서와 감시	SARC	SCBR	SIMG	SIML	SLTC	SOPM	SPDC	SPTR	SSWI	STMP
	SVBR									
(T)계기용변성기	TANG	TAXD	TCTR	TDST	TFLW	TFRQ	TGSN	THUM	TLVL	TMGF
	TMMM	TPOS	TPRS	TRTN	TSND	TTMP	TTNS	TVBR	TVTR	TWPH
(S)개폐기	XCBR	XSWI								
(Y)변압기	YEFN	TLTC	YPSH	YPTR						
(Z)향후 장비	ZAXN	ZBAT	ZBSH	ZCAB	ZCAP	ZCON	ZGEN	ZGIL	ZLIN	ZMOT
	ZREA	ZRES	ZRRC	ZSAR	ZSCR	ZSMC	ZTCF	ZTCR		

기능에 대한 논리노드만 38개로 구성되어 있는 것이 특징이다.

새로운 기능과 새로운 도메인의 추가로 확장된 데이터 모델은 2판에 반영하였다. 표 2에서는 IEC 61850-

7-4, 2판에서 정의한 논리노드를 수록하였다. 2판에서는 1판에 비교하여 기능 블록, 기계적 센서, 감시 센서 및 계기용 변성기 분야의 논리노드를 추가하여 153 개의 논리노드를 정의하였다. 2판에서는 수력발전 도

메인에서 정의한 논리노드(IEC 61850-7-410)를 추가 하였으며, 이후 IEC 61850 표준으로 발행되는 다른 도메인의 논리노드(예 : 분산전원(D), 인버터 등)를 지속적으로 추가하고 있는 실정이다.

3 표준문서의 확장

가. 표준문서의 종류

IEC 61850 표준에서 여러 개의 표준 문서가 발행되었다. IEC 61850 표준문서는 용도 별로 시스템, 구성, 데이터 모델, 추상 통신 서비스 인터페이스, 통신 네트워크 등으로 맵핑 및 통신 적합성 시험으로 분류하였다.

- 시스템 관점
 - IEC 61850-1 : 개요 및 개론
 - IEC 61850-2 : 용어 해설
 - IEC 61850-3 : 일반 요구사항
 - IEC 61850-4 : 시스템 및 프로젝트 관리
 - IEC 61850-5 : 기능 및 장치모델에 대한 통신 요구사항
- 데이터 모델
 - IEC 61850-7-4 : 호환 가능한 논리노드 클래스와 데이터 클래스
 - IEC 61850-7-3 : 공통 데이터 클래스
- 추상 통신 서비스
 - IEC 61850-7-2 : 추상 통신 서비스 인터페이스
 - IEC 61850-7-1 : 기본 원칙과 모델
- 통신 네트워크 맵핑
 - IEC 61850-8-1 : MMS와 ISO/IEC 8802-2과의 맵핑

IEC 61850-9-2 : ISO/IEC 8802-3 통신에서 샘플 값 맵핑

- 구성 및 설정
 - IEC 61850-6 : 변전소 IED용 구성언어
- 시험
 - IEC 61850-10 : 통신 적합성 시험

새로운 기능의 확장으로 작성된 표준은 아래와 같다.

- 변전자동화
 - IEC 61850-90-4 : 네트워크 엔지니어링 가이드 라인
- 변전소 외부와의 통신
 - IEC 61850-80-1 : IEC 60870-5-101/104 맵핑
 - IEC 61850-90-1 : 변전소 간의 통신
 - IEC 61850-90-5 : 동기 페이지 정보의 전송 (IEEE C37.118)

새로운 도메인의 확장으로 작성된 표준은 아래와 같다.

- 수력발전 플랜트
 - IEC 61850-7-410 : 수력발전 데이터 모델
- 배전자동화 및 분산에너지원
 - IEC 61850-7-420 : 분산에너지원의 데이터 모델
 - IEC 61850-90-7 : 배전자동화에서의 통신
- 풍력발전 터빈
 - IEC 61400-25 : 풍력발전에서의 통신

나. IEC 61850 표준문서 구성의 이해

IEC 61850 표준 문서는 대단히 많다. 새로운 기능과 도메인의 확장으로 용도별로 구분된 표준문서도 확장

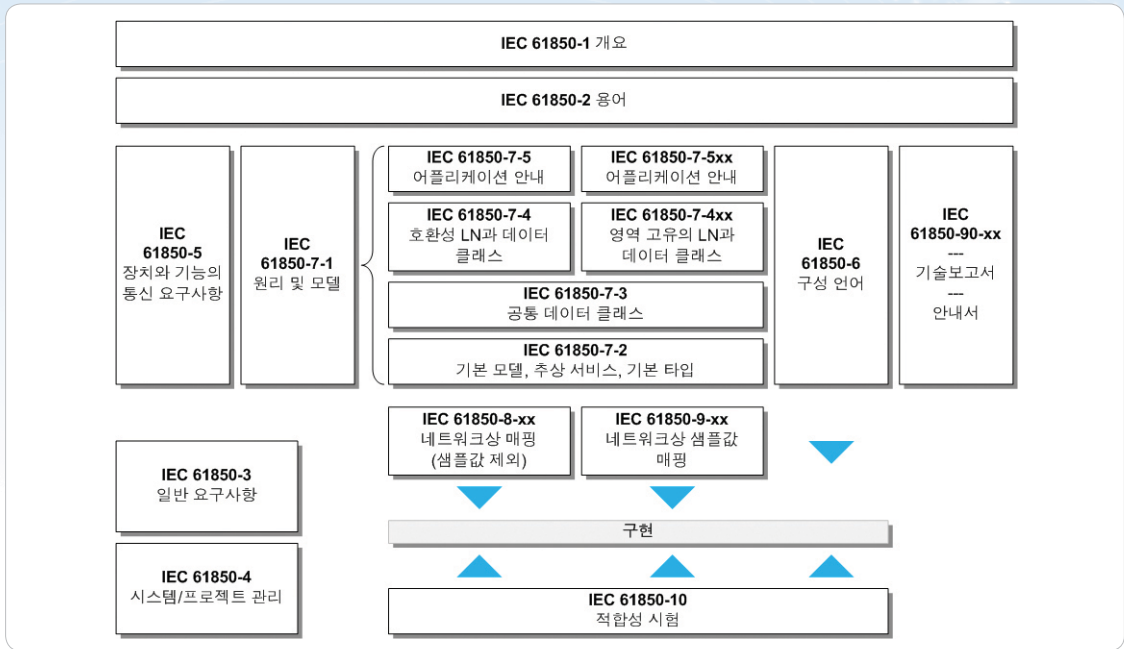


그림 3 IEC 61850 표준문서 간의 관계

되었다. 이에 따라 여러 표준이 발행되면서 각각 표준 문서 간의 관계를 그림 3에 나타내었다.

그림 3과 같이 IEC 61850 표준문서의 번호 지정에는 몇몇 기본적인 규칙이 적용된다.

- 도메인 특정 이름공간을 정의
 - x00 : 변전자동화 (예 : IEC 61850-7-500)
 - x10 : 수력발전 (예 : IEC 61850-7-410)
 - x20 : 분산전원 (예 : IEC 61850-7-420)
 - 도메인 고유의 논리노드와 데이터 클래스의 정의
 - IEC 61850-7-4xx
 - 어플리케이션 가이드라인
 - IEC 61850-7-5xx
 - 다른 통신 네트워크와의 맵핑
 - IEC 61850-80-x
 - 다른 도메인의 향후 개선이나 확장을 위한 기술 보고서 제공
 - IEC 61850-90-x
- IEC 61850 표준의 개념이 명확하고 활용성이 높기 때문에 전력 유틸리티 자동화 분야 이외에 다른 분야에서 IEC 61850 표준의 개념을 활용하여 새로운 표준이 파생되고 있다. 이 같은 표준추이는 다음과 같다.
- IEC 61400-25 : 풍력발전에서의 통신
 - IEC 62746 : 수요자 측면
 - IEC 62357 : IEC TC57의 전체 아키텍처
 - IEC 62351 : 보안(cyber security)
 - IEC 62361 : 공통 정보모델의 융합(CIM harmonization)

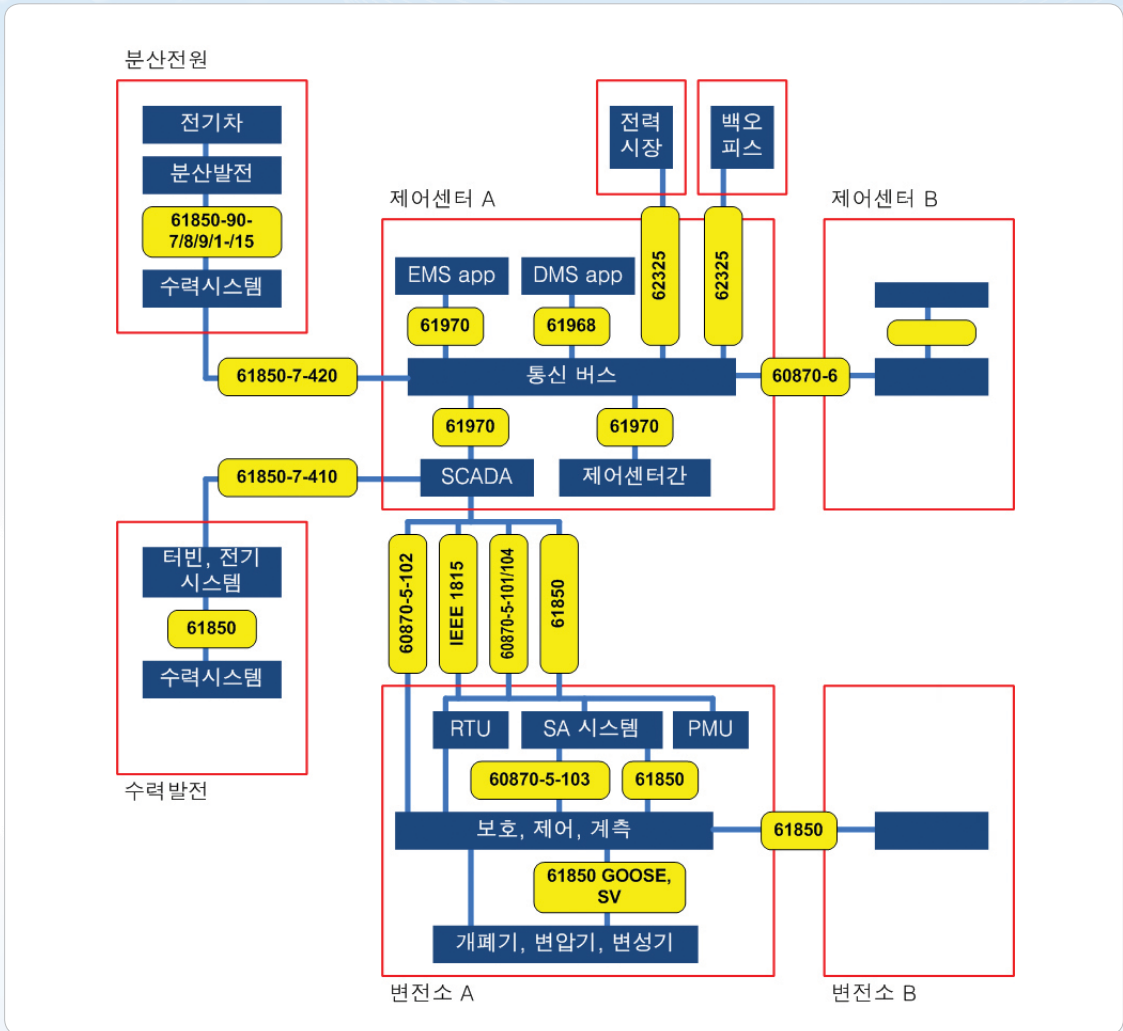


그림 4 IEC TC 57의 통신표준 적용분야

4 IEC TC 57의 통신표준 적용분야

현재 전력 유틸리티 자동화 시스템에서 적용하고 있는 통신 표준의 경우, IEC 61850 표준이 일부 적용되고 있다(그림 4 참조). 이와 함께 지속적으로 기존의 통신 표준이 교체, 개선되고 있는 실정이다.

현재까지 변전소 내부에서는 IEC 61850과 IEC 60870-5 통신 표준이 혼재되어 있으며, 변전소 간의 통신은 IEC 61850으로 지정되어 있다. 특히, 변전소와 제어센터(SCADA)간에는 여러 가지 통신 표준이 혼재되어 있는 실정이고, 제어센터 내부에서는 공통 정보모델(CIM)을 기반으로 한 IEC 61970과 IEC 61968 표준이 적

용되고 있다. 제어센터 간의 통신에는 주로 IEC 60870-6 (ICCP, TASE.2)가 적용되고 있으며, 전력시장이나 백오피스 간에는 IEC 62325 표준이 적용되고 있다. 제어센터와 수력발전 및 분산전원과는 각각 IEC 61850-7-410과 IEC 61850-7-420 표준을 적용하고 있는 추세이다.

5 전망

변전자동화 표준으로 출발한 IEC 61850 표준은 그 개념이 명확하고 최신 기술과의 접목이 용이하여 기능과 도메인이 확장되면서 스마트그리드의 핵심 표준으로 자리잡고 있다. 이에 국내에서도 여러 제조사에서의 구현, 개발 및 제조를 통한 공급과 한국전력을 중심으로 변전

소 실제 적용, 전기연구원에서의 시험 및 인증을 통해 IEC 61850 표준이 국내 전력 유틸리티 자동화 분야에 서서히 자리를 잡아가고 있다. 이러한 상황을 볼 때 향후 IEC 61850 표준은 지속적으로 발전, 활용될 것으로 예상된다. 이에 따른 사용자 측면에서의 개념과 활용에 대한 이해와 표준개발현황에 대한 적극적인 관심이 요청되고 있다. 