

‘변전소자동화’ 기술과 정책, 어떤 선택이 필요한가?

한국전기연구원 이동철

DOI <http://dx.doi.org/10.18770/KEPCO.2016.02.03.353>



1. 둘러보기, ‘변전소 역사 속의 디지털변전소’

전력시스템의 중심에 변전소가 있다. “모이고, 나눠준다는 의미의 곳”인 ‘변전소(substation)’라는 용어는 1889년에 생겨났다고 한다. 왜 “Sub-Station”일까? 아마 변전소가 인간문명의 고속진화가 가속 페달을 밟기 시작했던 1800년대 말, 신기한 새로운 역할을 하기 시작한 ‘그 곳’이 전자정거장에 붙어 생겨났기 때문이리라. 그 시대 사회적 감성에서 이 말이 탄생하지 않았을까? 잠시, ‘변전소’라는 말이 우리나라에서 사라질 뻔 했던 기억을 떠올려 본다. 변전소건설 민원문제를 해결하기 위해 ‘변전소’ 라는 말부터 없애야 한다고 주장하던 사람들이 있었음을, 민원스럽게.. 하나, ‘변전소’는 일반 명사는 인간이 전기를 사용하는 한, ‘정거장’이나 ‘공항’이나 하는 말처럼 인간 문명사의 필수용어로서 이미 자리하고 있을 것 같다. 백년하고도 한참이 지났으니까.

세계 최초의 변전소는 1882년 에디슨조명회사에 의해 뉴욕에 생겨난 우아한 펄 스트리트 변전소였으며, 직류로 발전되는 최초의 발전기와 변전소가 복합된 형태였다 [1]. 본격적인 변전소의 시

작은 1893년 테슬라가 만든 교류방식 발전기에 의한 송전방식의 시작부터라고 볼 수 있다. 이후 변전소는 빠른 진화를 보여 왔는데, 터빈발전기와 더불어 지금 형태의 변압기의 원형이 만들어지고, 전력용 차단기도 같이 등장했다. 1913년에 들어와 150 kV급의 변전소와 송전선로가 등장했으며, 1907년에 프런저 타입의 보호계전기가 등장하였다. 디지털 변전소의 배아가 탄생한 것이다. 이어 1950년대까지 지금의 보호계전방식의 원형인 방향성-거리계 전기, 차동계전기 등이 모두 만들어졌고, 1967년 765 kV급 변전소가, 1969년에는 드디어 정지형계전기가 만들어졌다. 배아(embryo; 胚芽)에서 IED라는 고치(cocoon; 繭)로 자라난 것이다. 1970년대 이후, 산업에서의 전기 의존도가 더욱 심화되면서, 변전소는 대형화, 초고압화를 지속 추구하며, 더욱 성숙된 기술로 발전해 나갔는데, 초기의 하드웨어 로직과 DSP들로 구성되었던 단순 정지형 보호계전기들은 크기와 소모전력 측면에서 신선했을 안겨 주었지만, 전력계통 고장 내습 시 변전소 내에서 일어나는 EMI 쇼크들에서 속수무책으로 오동작을 일으키다가 조기에 시장에서 퇴출되고 말았다.

이어 등장한 디지털 보호계전기 2세대에 속하는 후속 버전들은 조금씩 자체 프로세서를 달기 시작했고, 알고리즘과 기능들을 고도화하기 시작하였는데, 특히 EMI내성을 대폭 강화한 제품들이 시장의 환영을 받으면서 자리 잡기 시작하였고, 일부 선진 제작사를 중심으로 폼팩터를 단순화하기 시작하였다. 백플레인을 없앤 싱글보드 형태의 제품들은 낮은 전압 레벨의 보호계전기 영역에서 제작원가를 낮추고 기능향상을 이끌어내는데 상당 부분 기여하였는데, 이를테면, 다차-고조파-알고리즘에 의한 ‘고저항지락-접지계전기’라던가, 변류기의 철심포화 오차보상 알고리즘 같은 것이었는데, 이 또한 하드웨어적인 단순화와 자체 프로세서가 갖춰진 특별

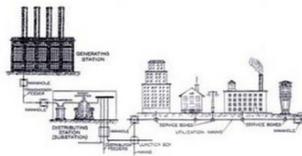


그림 1 World first, Pearl St Substation in lower Manhattan

한 산업용 컴퓨터의 형태로 진화한 보호계전기들이 기존의 방향성-거리계전기 위주의 주 보호방식에서 '차동보호방식'이라는 보호방식의 대 전환을 가져오는 기폭제가 되었다. 이 무렵부터 보호계전기 신뢰성은 대폭 향상되어 망령처럼 따라다니던, 계통고장 시, 보호계전기 오동작 사례는 급감하였으며, 통계상으로 본 오동작을 또한 10% 이하로 안정되게 되었다. 사실 10% 안쪽의 오동작이란, 기본이 아닐로고인 고전적 보호방식에서는 철심포화로 인한 계전기 오동작은 보상알고리즘의 발달에도 불구하고 어쩔 수 없는 한계를 가질 수밖에 없는 것으로 치부되었다.

2. 디지털변전소의 구성요소들

'IEC61850 규격'은 변전소자동화의 이정표이다. 잘 정리된 이더넷스위치 네트워크 계층구조에 의해 베이와 베이 내부를 연결하는 프로세스서비스 간에 존재했던 많은 통신 모션과 링크들을 대체하고 있다. IEC61850의 가장 두드러진 기능으로는 추상적 데이터모델(ACSI)과 변전소구성언어(SCL)를 들 수 있는데, 2001년 결성된 UCA 유저그룹이 산파의 역할로 탄생시킨 IEC61850 표준은 디지털변전소 전반을 정의하고 규격화하고 있으며, IED로 통칭되는 '지능형전자장치'들의 탄생은 전력기술의 긴 진화 과정에서 탄생된 필연의 결과로 볼 수 있다. 변전소자동화 시스템을 위한 데이터서비스 방법을 정의하고 있는 통신표준인 IEC61850은 UCA-IUG TF (IEC61850, 1995~97)에 의해 당시 미국에서 사용 중이던 UCA2.0을 기반으로 작업되어 국제전기기술위원회(IEC/TC57)의 기반모델로서 자리 잡았는데, 그 시기는 마침 컴퓨터 사이언스 역사에서 객체지향적 개념이 막 시작되는 때라 본격적인 모델링 작업이 가능해진 것으로 보인다. 철저히 객체화된 추상적 구조의 기능모델들을 하나하나 들여다 보면 정말 경이로운 느낌이 든다. 또한 모든 IEC규격 중 그 의미와 규모의 방대함에서 가장 상위에 있다. 규격의 크기를 논함은 조금 우매한 측면이 있긴 하지만, 그 방대함은 변전소라는 하나의 "Sus-, 보조적" 의미의 존재를 진화시키기 위해서 탄생한 규격으로는 너무 큰 것이 아닌가? 적어도 물리적인 관점에서는 그렇다는 얘기다. 특히 이 부분에서 전력 분야 고전적 엔지니어들의 심상의 복잡함이란 가히 도를 넘는다.

IEC61850은 그 안에 많은 기능과 서비스를 제공하는 매우 큰 표준이다. 최종사용자는 그들이 제공하는 서로 다른 기능으로 본 기능과 서비스의 상이한 조합을 구현한다. IEC61850 표준 부품들은 시장에서 제품과 도구에서 효과적으로 사용할 수 있으며, 변전소 보호, 통합, 제어, 모니터링, 측정 및 시험을 위한 최적의 설계 방법을 개발하는 방법 자체를 제공하고 있다. IEC61850 차기 버전들이 작업되고 있는 동안 현재 버전은 전 세계 많은 프로젝트에서 이미 사용 중이며, 서비스에 투입되는 IEC61850 장치의 수는 매주 증가하고 있다. IEC61850 기반 변전소자동화시스템(SAS)을 설계하고 구현할 때, IEC61850의 사용을 지정하는 것뿐만 아

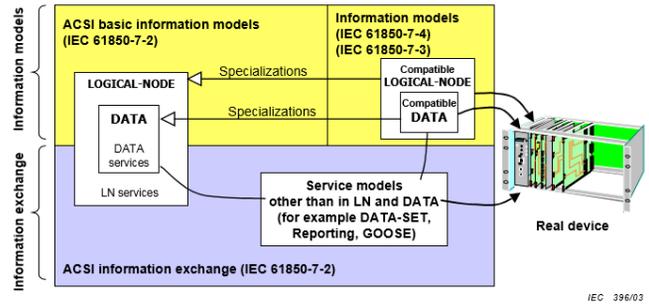


그림 2 ACSI: Abstract Communication Services Interface

나라, 어떤 표준부품 그리고 더욱 중요한 것은 시스템 성능을 사용하는 것 자체가 중요하다. 표준의 세부 사항에 더하여, 또한 거기 구현 세부 사항은 업체의 재량에 남아 그 표준에 의해 결정하고 문서화 할 필요가 있다 [5].

'추상적 데이터서비스 모델(ACSI: Abstract Communication Services Interface)' 이 서비스는 '움직씨'(動詞; Verbs)이다. 정보모델과 교환서비스, 데이터를 만들고, 전송하고 수신하며, 이벤트가 발생하면 데이터로 보고하고, 올리거나 행동한다. 보통모델과 특정모델, 두 가지가 있다. 보통모델에서는 서버, 논리디바이스, 논리노드, 데이터 들을 정의하고, 특정모델에서는 제어블록 같은 것들을 정의하고 있으며, 하위 논리구조들을 존재한다. 특히 ACSI모델은 다른 산업용 프로토콜과 맵핑될 수 있는 유연함이 그 특징으로, MMS (제조 메시지 사양), GOOSE (일반객체지향 변전소 이벤트), SMV (샘플링 측정 값)의 서비스 구조를 갖고 있으며, TCP/IP 고속이더넷 방식으로 서비스된다.

3. '변전소구성언어 (SCL: Substation Configuration Language)'와 엔지니어링

변전소구성언어(SCL)는 엔지니어링언어로서 변전소의 제어보호, 측정기능과 IED 하드웨어들을 기능적으로 결합하는 엔지니어링 도구를 구성한다. 서로 다른 제작사들이 제조한 IED간의 상호운용성 문제를 다룬다. IEC61850을 탄생시킨 IEC 위원회 TC57 작업 그룹은 이러한 서비스영역의 하드웨어 부분은 기반 규격화 범위 밖으로 두고 있고, 아직도 산재한 상태인 이더넷 산업표준의 궁극적 해법들을 변전소자동화 모델이 가지고 있을 수 있다는 신념을 가지고 있는 듯하다. 'IEC61850-6-1'은 XML (Extensible Markup Language)에 기반한 SCL로, IEC61850 기반시스템의 구성을 설명하는 부분이다. SCL은 모호할 수도 있는 표준화된 XML파일로 기술된 다중 레벨 파일 계층 구조 구성요소, 시스템사양설명(SSD), IED 기능 설명(ICD), 변전소 구성설명(SCD), 구성 IED 설명(CID) 파일이 포함하여 정의하고 있다. 모든 엔지니어링 파일들은 동일 방법과 형식을 갖지만 필요에 따라 다른 범위를 가지기도 한다. 엔지니어링을 위해서는 네트워크를 통해 또는 오프라인으로 IED에 접속하

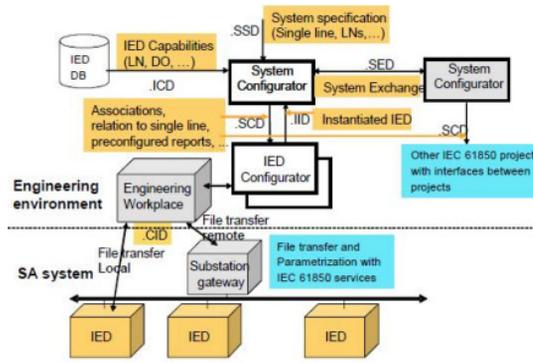


그림 3 정보흐름 구성 엔지니어링 프로세스 레퍼런스 모델

며, IEC61850 클라이언트 IED에서 IED 구성을 추출, 에디팅 한다. 형식적인 오프라인 기술언어의 이용이 구성 이외의 사용자에게 매우 큰 이점을 가져올 수 있는 여러 이점들이 있다. 상용화된 IEC 61850 클라이언트 응용프로그램들은 엔지니어링 편의성을 확대시킨 여러 부가서비스들을 두루 갖추고 있다.

그림 3에서 보듯 IEC61850-6에 추가의 목표는 더 정확하게 정의된 인터페이스와 구성 프로세스로 더 많은 모듈을 만드는 것이다. IID 파일은 엔지니어링 과정에서 수정을 단순화 할 뿐만 아니라 또 다른 새로운 확장인 SED (시스템 교환 설명)으로 다른 프로젝트 쪽으로 인터페이스를 명확히 위해 도입되었다. 이 SED 파일은 프로젝트 간에 엔지니어링 권리를 전송하기 위한 것이다. 하나의 프로젝트가 다른 프로젝트의 데이터 흐름 정보를 업데이트 할 필요가 있는 경우, 부품은 SED 파일을 통해 프로젝트에서 체크아웃하고 나중에 수정이 완료 된 후 다시 체크인 할 수 있다 [6].

3.1 상호운용성 (Interoperability)

상호운용성은 둘 이상의 제품이나 시스템의 구성요소나 기능들이 충분한 인터페이스를 가지고, 제한 없이 실행되고 액세스할 수 있는 능력이다, 인터페이스 조건이란, XML 또는 SQL 형식의 표준구문 상호운용성의 도구들로 지정한 데이터 포맷, 통신 프로토콜을 사용함으로써 상호구문을 나타낸다. 이것은 또한 ASCII 또

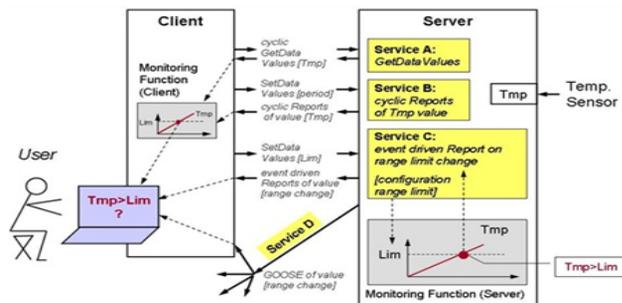


그림 4 Interoperability in the context of IEC 61850 SCC

는 모든 연동 시스템 (영어 또는 국제 텍스트) 유니코드 형식의 동일한 변화에 저장되어 있는 같은 알파벳 문자를 보장하는 등 낮은 수준의 데이터 형식에 대한 사실이다. 의미론적으로는 정확하게 교환된 정보를 해석 할 수 있는 능력. 이를 위해 공통정보교환 참조모델이 필요하고, 정보교환 콘텐츠는 명확하게 정의되고 이해되어야 하며, 같은 정보의 서로 다른 해석이 있을 경우 사용자 중심의 수렴이 필요하다.

3.2 끊김 없는 네트워크 (Seamless Redundancy Networks)

변전소 프로세스버스에서의 끊김 없는 통신서비스는 매우 중요하며 프로세스버스의 존재의 이유이다. GOOGLE 트립시호 또는 SMV 전압전류의 원시정보는 가장 가혹한 정보들로서 보호제어의 실패를 예방하기 위해 네트워크 장치들의 일시 고장 시에도 4 ms 이내의 정보전달기능을 요구한다. 2012 PRP/HSR 규격이 발표되기 전까지는 RSTP Dual 방식과 Mesh 토폴로지를 통해 한계치를 극복하고자 노력하였으나 만족할만한 수준에 이르지 못하였으며, 그로 인해 프로세스버스의 적용 또한 유보되어 왔다.

IEC61850은 스위치드 이더넷 기술을 기반으로 두 개의 서비스 버스를 포함한다. 변전소 감시 또는 측정과 같은 기초 제어 정보의 전송을 담당하는 상호 연결된 모든 베이 범위의 스테이션버스, 인터록과 작동 전 선택 (스테이션버스와 베이레벨 IED용 특정 MMS, 그리고, 베이 IED와 베이 IED간의 GOOSE)을 전송하는 기능이다. 베이 내의 프로세스버스는 샘플링 값(SV)형식으로 실시간 계측을 수행하는 IED들의 상호연결 기능을 가지는데, 통상 4kHz 샘플링 속도를 적용한다.

3.3 IEC62439-3 Clause 4 PRP 병렬 리던던시 네트워크

IEC61850에서의 상호운용성은 모든 장치가 동일한 중복 개념을

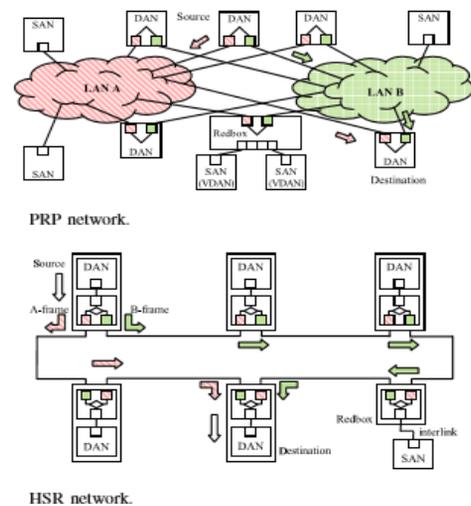


그림 5 simply PRP/HSR topology

사용해야 하기 때문에 스테이션버스, 프로세스버스에서 각각 변전소자동화의 요구사항을 만족시키는 네트워크 이중화를 통해 정의된다. 병렬 리던던시 프로토콜 (PRP), 고가용성 무순단 중복 프로토콜 (HSR), 그것은 IEC 62439-3 표준에서 두 개의 보완적인 프로토콜을 기반으로 정의된다. 허용 클럭 동기화가 안정적으로 작동하는 IEEE1588에 따른 동안 전환시간제로 링크나 스위치의 실패를 극복 할 수 있다 [4]. 작동의 기본논리는 2개의 로컬영역 네트워크 (LAN)의 병렬동작에 의존하고, 링크 또는 스위치의 장애 시 완전히 끊김 없는 전환을 제공한다. 따라서 변전소 자동화 모든 가혹한 실시간 요구들을 충족시킨다. 리던던시를 관리 제어하는 주요 개념으로 PICS (Protocol Implementation Conformance Statement) 와 LRE (Link Redundancy Entity)가 있으며, RCT (Redundancy control trailer: 중복검사트레이러)와 MIB (Management Information Base)로 관리기능이, 시동작기를 위해 IEEE1588, C37.238 PTP One-step clock synchronization이 구성된다. 이러한 방법으로 각 방향을 처리하여 간단하고 원활한 네트워크 구축에 적용 할 수 있다. LRE에는 두 가지 작업이 있다. 노드의 상위계층들로부터 프레임을 수신하면, LRE 프레임에 추가 시퀀스 번호를 포함하는 중복검사 트레이러 (RCT)와 거의 동시에 그 양쪽 포트를 통해 프레임을 전송한다. 두 프레임은 LAN 식별자 (및 Checksum)를 제외하고 거의 동일하다. 다른 지연을 갖는 두 개의 LAN을 통한 프레임 전송은 이상적으로는 목적지 노드에 거의 동일한 시간에 도착한다. 네트워크로부터 프레임을 수신하면 LRE는 노드의 상위 계층들에 대한 한 쌍의 첫 수신 프레임을 전송하고 중복 프레임을 폐기한다. 필요한 경우는 RCT를 제거한다. 중복 관리 및 기타 DANPs의 존재 확인을 들어, LRE는 주기적으로 'PRP_Supervision frame'을 전송한다.

4. 전환을 위한 몸부림, 구리선과 광선, 1판과 2판

4.1 변전소가 광선으로 바뀌어야 하는 고통스런 이유

익숙한 것으로부터의 탈출. 100년 이상 구리선으로 정보를 주고받았던 역사는 전화와 컴퓨터 그리고 정보를 취급하는 모든 곳에서부터 자리를 떴다. 전력시스템 안쪽의 변전소만을 남긴 채. 하지만 이 또한 정다운 케이블리스트와 함께 이제 본격적으로 전류만을 흘리도록 임무가 주어진 곳으로 모두 떠나야 할 시점이 되었다. 사실 변전소로부터의 구리선의 이탈은 전화 등 다른 정보 전달 외에 또 다른 이유가 있었다. 구리선으로 통신하는 변전소 내의 보호계전기들은 끊임없이 자신에게 들어오는 표본전류들을 살피고 계산하고 있으며, 이들이 계산한 결과를 가지고 작동하는 기기들은 정지기기 (Static Machine)들이지만, 인근 전력망 내 고장이 발생하면 매우 빠르고 정확하게 작동해야 한다. 전력계통에 고장이 발생하면 변전소의 바다지층에 깔려있는 접지그물로 매우 큰 고장전류가 지나간다. 이 순간 뿌리를 같은 접지그물에 대고

있는 보호계전기 회로들에게 크고 험악한 고장전류들은 통신용으로 임무 부여된 작은 구리선들을 사정없이 덮치고, 고장전류를 계산하고 그 결과를 전달해야 하는 하필 그때, 구리선 전송로는 쓰나미의 황톳물로 가득 차게 된다. 이것은 구리선 변전소의 숙명적인 결함으로, 이 숙명을 탈출할 수 있는 해법은 광-디지털 밖에 없는 것이다. 쓰나미를 타고 트립신호를 전달하는 작은 뚝단배들을 상상해 보라.

4.1.1 IEC61850 SAS 2판 (2nd Ed)으로의 전환

1판에서 도입하여 사용하는 과정에서 크고 작은 어려움을 겪었던 모든 기기, 제작사, 사용자들은 바꾸고 싶지 않은 마음이 가득하다. 하지만 디지털-소프트웨어의 세계는 판 바꾸기가 특징이다. 그건 판을 바꿀 수 있는 환경이 너무 좋기 때문이다. 판을 바꾼다는 것은 물질세계 자체의 본능에 속하며, 구태여 다윈의 진화론, 자연선택설 등을 들먹이지 않더라도, 편하게 바꿀 수 있기 때문이다. 1판을 만들어 사용해 본 부지런한 참새들이 잘못되고, 아쉬운 많은 부분들을 발견하고, 보다 따뜻하고 아름다운 동네로 가는 지름길을 찾아 지도를 만들고, 따라오는 팀들에게 전달하게 된 것이다.

4.1.2 SAS 2판으로 뭐가 달라지는가?

92개의 논리노드는 세 배 증가한 283개가 되고, 가상 랜으로 상대단 변전소까지 보호범위를 확장할 수 있고, SCL 엔지니어링 지원이 똑똑해져 엔지니어링 툴과 IED 툴 간 유연해지고, FAT/SAT 등 시험지원 규격이 충실해지고, 상호호용성이 향상되고, 등 너무 빠른 판올림을 원망하는 목소리들을 뒤로 하고 판바꿈에 혼신을 건 엔지니어들에 의해 분위기는 삼시간에 2판으로 옮겨가고 있다. 1판의 단종에 관한 거의 모든 제작자들의 일정이 알려지고, 이어 오래 남아있겠다는 이들을 부추기고 있어, 1판도 쓸 만하다는 생각을 가진 사용자들의 마음을 뒤집어 놓고 있다. 사실 쓸 만하다고 하는 평가는 구리선 시대와 비교하는 보수진영이고, 빨리 바뀌어야겠다는 진영은 개혁파에 속한다. 개혁파들은 구리선 시대에도 그 나름의 혁신 몸부림들을 해왔지만 너무 오랜 제대로 된 전력망 기술에 대한 갈증 때문에 서둘러대고 있는지도 모르겠다. TC57/WG10에서 수행된 완성된 IEC61820 2nd ED를 구체적으로 살펴보면 [7],

- 1) 불분명한 파트들과 시스템에 관한 사항
 - 버퍼링 레포트(Buffering Report)
 - 모드 스위치 (테스트 모드)
 - 접근 제어계층 (로컬/원격)
- 2) 변전소 간 통신을 위한 데이터 모델 및 SCL 정보; 제어소 등 변전소 외부관련 사항
- 3) 끊김 없는 리던던시 IED 인터페이스 지원.
- 4) 새 응용 프로그램 기능에 대한 데이터 모델의 확장 (주로

수력발전소 용도)

- 5) 추적 및 서비스와 서비스 응답의 로깅을 위한 지원: 표준 기준의 보고 및 로깅 기능에 의해 시운전 및 보안 감독 지원 기능
- 6) 논리노드 관리계층 구조: 특히 복잡한 다기능 보호의 IED 공통매개변수의 관리 수준 향상
- 7) 논리노드 MMXU/MMXN 지속 측정 평가 정책
- 8) 트래킹 지원과 서비스 로깅, 서비스 응답;
- 9) 논리디바이스 계층 관리
- 10) 새로운 데이터 객체와 실행중인 시스템 기능부품의 테스트 개념
- 11) 새로운 IED 속성을 표현하도록 SCL 확장: 여러 개의 프로젝트가 동시 수행될 경우 엔지니어링 부분의 중복성 배제, 공유와 업데이트 등 상호운용성 확보
- 12) SCL구현 적합성 명세 (SICS): IED 도구와 시스템 도구의 필수 및 선택 기능을 언급. 이 기능은 다른 엔지니어링 도구, 시스템 도구뿐만 아니라 IED 도구 간의 상호운용성의 정도를 판단 할 수 있음
- 13) 시스템의 중요 응용기능 모델링의 예를 가진 정보제공 파트 7-5x: 모델링의 일반적인 이해를 위한, 모델링 솔루션으로 광범위하게 접근되어 가도록 지원하는 것

4.1.3 기존 1판 SAS 어떻게 해야 할까?

2판으로의 새 출발은 필연적이고 더 이상 미뤄서는 안 될 분명한 이유가 있다. 1판은 이제 문을 닫는 시장의 옛 가게로 바뀌면서 관련 규격 호환 제품들의 공급과 기존 기능들의 업데이트가 모두 차단될 것이다. 그건 시장의 속성이니 어쩔 수 없다. 매우 도전적이고, 지난 시대에 건설된 수많은 변전소들의 기능에 새로운 활력을 불어넣어 줄 흥미진진한 프로젝트들로 새로운 기대를 들뜨게 한다. 그러나 2판으로 가기 전에 우리가 해야 할 분명한 일들이 있다. 1판에서 해결하지 못했던 많은 장애기록들이 안고 있는 숙제들을 완전히 해결하는 것이다. 장애들은 IED 내의 알고리즘, IED 간 통신기능, 변전소-제어소 간 통신기능 등 광범위한 부분에 걸쳐있다. 확인 중에 있는 메시지들을 포함해서 문제 영역들을 정리해 보면,

- ① RSTP 적용을 포함한 상위 Ether SW의 Configuration 오류
- ② VLAN 설정 문제
- ③ 1판 기준 IED들의 61850서버 기능상의 문제
- ④ SCL엔지니어링 능력과 상호운용성 문제
- ⑤ FAT/SAT 명확성 문제
- ⑥ KEPCO-계통제어네트워크 보안정책조건 프로세스와 변전소 네트워크 간 상호운용성
- ⑦ 각 제조사 IED 펌웨어 무결성과 상호운용성들을 들 수 있는데, 직접적인 원인을 해결하는 데는 무리가 없으나, 근원적인 해법을 위해서는 전장에서 언급한 2nd ED부분의 기능향

상 부분을 참고하시기 바람

5. 펼쳐진 기대, 2nd ED과 응용수단, 시장의 가능성들

IEC61850 2nd ED은 국내 전력시장과 그 시장을 키워갈 엔지니어층, 유틸리티 사용자, 전력사용자인 최종 고객층에 이르기까지, 긍정적 기대와 전망을 이끌고 있다. 2nd ED으로의 진행은 이제 출발신호를 기다리는 스프린트의 모습으로 출발선에 서 지난 버전에서의 미흡함들을 점검하고 있다. 하지만 2nd ED은 만만하지 않다. 고전적 엔지니어들이 급히 배울 수 있는, 공급자들을 시켜 내 것으로 만드는 것도 지극히 어려운 주문에 불과하다. 사용자로서 2nd ED을 이해하고 내 것으로 만든 후에야 갈 수 있는 까다로운 기술영역이다. 어려움을 뚫고 2nd ED의 기술레벨을 스스로 갖추었다면 그 이후에 벌어질 가능성들은 스스로의 상상을 초월할 것이다. 현재 한전의 구리선 변전소들은 급속한 노후과정을 겪고 있고, 그 대상은 부분구간을 시리얼 광네트워크로 구성하는 등 가장 높은 신뢰성 규격으로 설계, 구축된 초기의 765kV급 변전소조차 내용연수의 무릎점(Knee Point) 15년을 넘기고 있는 실정이다. 기술 보수적 일부 인사들의 SAS 신기술 취약론은 스스로의 학습 부재에서 오는 상실감의 표현일 뿐이다. 1st -2nd ED을 모두 포함한 가장 커다란, 가장 정교한 규격의 새로운 기술 유기체인 IEC61850과 그 관련 기술들로 이루지고 있는 스마트그리드의 세계로 모든 전력 엔지니어들과 관리, 경영자들이 에너지를 합해야 할 것이다. 그 결과는 명확하게 모의되어 나타날 수 있다. 전 세계에서 가장 진화한 에너지 인프라를 스스로 만들었고, 그 과정을 통해 스스로 배우며, 응축된 에너지를 배정 삼아, 에너지 97% 수입국에서 에너지기술 97% 수출국으로 탈바꿈 할 것이다.

SAS 신기술은 하드웨어/소프트웨어의 단순기술이 아닌, 가상화-소프트 플랫폼이 유기체화 된 집단지능적 융합기술이다. 그 특성들은 도처에서 나타나는데 가장 뚜렷이 보이는 부분이 "IEC표준"이다. 전기에 관한 거의 모든 분야의 레퍼런스인 IEC표준은 현재 약 8만개의 표준이 확정되어 있거나 작업 중에 있고 전 세계 60개국 이 멤버로 참여해 있다. 가히 현대기술 문명의 두뇌라고 할 수 있는 방대함이다. 표준들로 이루어지는 이 글로벌 유기체는 그 자신이 진화적 속성을 가져, 여기에 속한 인간 엔지니어들에게 지속적으로 진화생물학적 영감을 준다. 표준 패밀리 중에서도 IEC61850은 특별하다. 61850 도메인넘버를 중심으로 수많은 계열-연관 규격들을 패밀리로 신경망처럼 연결되어 마치 거대한 유기체를 연상시킨다. 하위에 기능적 수단들로 직접 변환 할 수 있는 스택, 라이브러리 같은 소스코드들 또한 군집의 한 부분으로 집합되어 있다.

응용수단 (어플: Application)은 어떻게? SAS 신기술에는 또 하나의 새로움이 있다. 그것은 응용수단들을 소프트웨어로 담을 수 있는 플랫폼적 유연성이다. 지능형변전소는 자신이 하는 일과 일어난 일들, 현재 상황에서 가장 최적의 선택들을 스스로 결정하고,

행동할 수 있는 가능성을 잉태하고 있다. 상태감시진단기술(CMS/AM) 기술은 가장 먼저 떠올려야 할 중요한 어플로서 'IEC61850-90-3CMD'가 있다. 이 표준은 우리에게 '퍼스트 클래스 게이트'이다. 우리 주도로 만들어져 IEC소스규격으로 진화한 전력분야의 가장 앞선 사례이니까. 하지만 이 규격과 기술은 아직은 국내에선 잠용(Pupal; 蠶蛹)이다. 그는 반쯤 감긴 눈매로 수많은 기회가 지나가는 것을 바라만 보고 있다. 아직은 그걸 받아드릴 수가 없다. 옆집의 붉은 꿈이 침을 흘리고 있다. 어플 인지제어시스템(Cognitive Control System)은 인간 운전자의 인지속도, 판단에서 철저히 인간을 돕는다. 대신하는 것이 아니라, 인지형집단지능(Cognitive-artificial Intelligence)인 것이다. 이제 탄생해야 하지만, 조만간 항공기의 자동항법장치나 계기착륙시스템, 위험감지시스템, 자율운전자동차 등에 인지행동 지능기술을 되찾아주는 인공지능 계의 지존이 될 것이다. 이처럼 SAS 어플의 세계는 광각으로 펼쳐져 있다.

시장의 측면을 보면, 규모 면에서 변전소 전체의 글로벌 시장은 2020년 16.48 Billion USD (17조원) [8]에 이르고, 4% 정도의 적은 규모의 국내시장은 정체상태로서 메이저 제작사들이나 국내 제작사들에서도 이미 매력적이지 않다. 하지만 글로벌 전체시장을 바라보는 미래형 기업과 젊은 엔지니어들에게 이 시장이 결코 의미 없이 사라질 시장이 아니다. K-Grid의 몇 가지 특징 중 가장 주목해야 할 부분은 거의 전체가 차세대 변전소기술의 '테스트베드'적 잠재성과 '인큐베이터'의 역할을 동시에 할 수 있는 세계에서 가장 유리한 시장이라는 점이다. 차세대변전소를 향한 기술적 확신이 이미 서 있는 한전은 SAS적 합성 부문과 엔지니어링 부문 등 몇 가지 부분에서 SAS 원천기술을 스스로 개발, 글로벌 레벨의 고유기술을 보유, 수출실적을 가지는 수준에 이르렀고, 잠재적 우량 인적자원을 다량 수용하고 있다. 변전소에 지능을 부여한 SAS 기술은 아직 구리선에 머물고 있는 국내 변전소 시장을 단순한 일회성 시장이 아닌 세계 시장을 향한 기폭제를 탈바꿈 시킬 게 분명해 보인다. 이미 주사위는 던져졌고 통찰력을 가진 리더와 용기 있고 근면한 인력들이 그 기적을 스스로 만들어 낼 조짐을 보이고 있는 것이다.

5.1 프롤로그, 현명한 에너지 여행 히치하이커들을 위한 세르파

이 이상한 제목은 "The Hitchhiker's Guide to the Galaxy_ Douglas Noel Adams"를 패러디 한 것이다. 1,400만부나 팔린 이 소설은 이 잔소리형 칼럼을 마무리로 덮기에 제격인 장밋빛 스카프이다. IEC61850이 정말 우리나라 변전소에 기여할 수 있을까? 그 따위 광선으로 어떻게 변전소의 무지막지한 차단기를 움직일 수 있을까? 하는 의문을 품어 보셨으리라. 당신의 히치하이커 기질 덕분이다. 누구나 공짜를 좋아한다. 그래서 그렇게 많이 팔렸나 보다. '전력망은 세상에서 가장 큰 기계(The electric power grid is

the largest machine in the world)'라고 갈파한 여류 평론가 소나 아가월의 논리 [9]. 남자들을 왜 이 멋진 말을 놓쳤을까? 최초의 변전소로부터 134년째인 지금까지도 우리는 한 번도 전력올림에서 우승은 커녕 메이저들의 기술식민지배의 그늘을 헤어나지 못했다.

그러나 가능성은 좀 더 커졌다. 포자처럼, 물려받은 손재주와 그들의 설계도로 100년이 막 지난 시점에서 대형 변압기들을 만들어 본고장에다 내다 팔기 시작했고, 그 기세는 개폐장치들과 작은 기기들로까지 이어져 판이 돌아오는 듯 했지만 또 다시 어려움이 닥쳤다. 맷집의 싸움이 시작된 것이다. 이제 어떻게 해야 할까? 어떻게 정신의 맷집을 만들 수 있을까? 후발주자의 강점은 크리티칼패스를 가지는데 있다. 모든 것의 지름길을 만들자. 우선 당장 공부를 시작하자. 전 세계에서 통용되는 새로운 기술과 표준을 공부하자. 최고의 인재들이 인사하여 30년을 최고의 기술적 경험을 쌓은 결과가 아무것도 할 수 없는 무늬만 화려한 허수아비 엔지니어가 되지 않도록 공부하자. 전력 엔지니어 최고의 학당인 국제표준 워킹그룹들에는 KEPCO에서 출전한 엔지니어는 거의 없다. 국가와 조직은 이들이 진정한 엔지니어가 되도록 격려하고 배려하고 투자해야 한다.

그들의 경험과 두뇌자신이 그들만의 자산이 아닌 조직과 국가의 자산이다. 글로벌 인력시장에서 항상 최고의 몸값으로 불리는 인력들로 가득 찬 기업이 될 수 있도록 공부하자. 나 자신을 위한 공부를, 결국 그 공부가 나를 빛내어, 조직을 비출 것이고, 우리 전체의 희망의 끈을 튼튼하게 만들어 자신과 모두를 세계 속에서 지속 가능한 현명한 맷집으로 성장시켜 줄 것이다. 승진투쟁만 하는 수직문화에서 소프트한 엔지니어들이 스스로 탄생되는 수평문화로 바꾸자. 전 세계 엔지니어들이 선망하는 기업이 되게 하자. 한전의 모든 직원이 스스로 성장하는 공진형 인간으로 거듭날 때, 대한민국에는 진정 '전력신기술'이라는 새로운 톱니바퀴가 돌기 시작할 것이고, 에너지에 미래를 걸고 있는 인류문명에 보다 명확한 답을 제시할 기운을 갖게 될 것이다. 다 함께 외치자. "이후 100년의 에너지 기술은 내게 맡겨라".

References

- [1] New York's Forgotten Substations: The Power behind the Subway Christopher Payne "Pearl Street Station", from Wikipedia, the free encyclopedia
- [2] IEC 61850, IEC 61400-25, IEC 61970 (CIM), IEC 60870-5, DNP3, IEC 62351 (Security)
- [3] Saturday, August 22, 2009 Interoperability in the context of IEC 61850http://www.pacw.org/issue/march_2016_issue_copy_1/industry_reports/iec_61850904_tr_communication_networks_and_systems_for_power_utility/complete_article/1.html
- [4] Bumpless Ethernet redundancy for substations with IEC 61850 http://tdworld.com/site-files/tdworld.com/files/archive/tdworld.com/go-grid-optimization/ABB-232-WPO_Seamless_re-

dundancy.pdf

- [5] Case Study: Design and Implementation of IEC 61850 From Multiple Vendors at CFE La Venta II Victor Manuel Flores and Daniel Espinosa
- [6] Efficient Secondary System Configuration Process Utilizing Centralized Substation Functions Jani Valtari - ABB Oy Distribution Automation, Pekka Verho - Tampere University of Technology Country: Finland
- [7] IEC 61850 Edition 2 from substation automation to power utility automation https://library.e.abb.com/public/a56430e1e7c06fdfc12577a00043ab8b/3BSE063756_en_ABB_Review_Special_Report_IEC_61850.pdf
- [8] Modular Substation Market by Application (Power Utilities, Commercial, Industrial), Voltage (11-33kV, 33-400kV, & above 400kV), Type (Trailer Mounted & Fixed), Insulation (Air-insulated & Gas-insulated), & by Region - Global Trends and Forecast to 2020
- [9] The electric power grid is the largest machine in the world. In the United States alone, Sonia Aggarwal is director of strategy at Energy Innovation: Policy and Technology_Live Science's Expert Voices: Op-Ed & Insights.