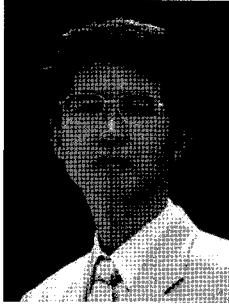


21세기 전기에너지의 효율적인 관리체계 방안



이 승 재

명지대학교
차세대전력기술연구센터 소장

1. 들어가는 말

최근 북미, 이태리, 영국 등 세계 곳곳에서 발생한 대정전은 전기에너지의 중요성을 일깨워주는 계기가 되었다. 전기에너지의 편리한 사용이 있기 위하여는 전기에너지의 발생에서부터 수송 및 분배 등에 이르는 광범위한 전기에너지 전달시스템 즉 전력계통이 구축되어 있으며, 대형화되고 복잡화된 현대 전력계통의 운용, 제어, 관리 등은 매우 어려운 기술이다. 특히 계통이 대형화하고 복잡화된 현대계통의 경우에 있어서 그 어려움이 매우 크나 최근들어 큰 환경변화로 인하여 어려움이 더욱 증대되고 있다.

가장 큰 환경변화는 전력산업 구조개편이다. 최근 전 세계적으로 추진된 전력산업 구조개편으로 인하여 국내에는 기존의 한전이란 전력회사 이외에도 6개의 발전회사와 전력거래소등 새로운

전력사업 주체가 생겨났다. 선진외국에는 배전분야 역시 다수의 배전회사가 존재하여 서로 치열한 전기 판촉 및 서비스 경쟁을 벌이고 있다. 우리나라도 배전분할이 예정되어 있었으나 관련 당사자들간의 이해관계로 인하여 현재는 계획조차 재검토에 들어간 상태이나 궁극적으로는 다수의 배전회사가 전력사업의 또 다른 주체로 등장하게 될 것이다.

이러한 새로운 환경에서의 전력계통의 운용은 각사의 최대 이윤확보와 안정된 전기공급을 위한 전계통의 신뢰도 확보라는 상충되는 이해관계가 동시에 추구되는 과정에서 일어 날 수 있는 문제를 예방하기 위하여는 전력사간의 긴밀한 협조와 정보관리 체계 구축이 절대적으로 필요하다. 특히 전력사간의 연계점에서 보호 및 제어관련 문제의 발생 소지가 크며 이를 제때 해결하지 못하면 대정전과 같은 심각한 문제로의 확대가능성이 있

며 아울러 사후 책임 및 손해배상 문제로 다툼의 소지가 매우 크다.

전력계통에 벌어지고 있는 또 하나의 큰 환경변화는 분산전원의 도입이다. 다수의 또한 발전소부지의 확보 및 경제적, 환경적 이유로 기존의 대형 발전소 건설이 점점 더 어려워지고 있는 가운데 태양광발전, 풍력발전, 연료전지 등 새로운 분산전원이 그 대안으로서 계통에 도입되고 있으며 이는 앞으로도 계속 확대 도입될 예정이다. 분산전원 도입으로 인한 환경변화 역시 계통의 안정된 운용에 불확실한 영향을 끼치는 요인이며 이의 예방을 위하여는 역시 철저한 정보관리체계가 요구된다.

이와같은 상황에 대한 해결책으로서 가장 시급히 요구되는 것은 계통의 연계점에 설치되어 있고 계통운용 및 제어의 최첨단인 변전소의 자동화로써 이는 요즈음 전 세계적인 화두가 되어있다. 변전소자동화란 비약적으로 발전한 정보통신기술을 변전소계통에 도입하여 효과적인 계통 및 설비의 자동감시 및 제어, 효율적 계통 운용, 신속한 사후처리 및 자동분석, 최적화된 보수점검, 전력설비의 신뢰도증진 및 전기품질의 향상 등을 이루고자 하는 기술을 말한다.

본고에서는 첫째로 다양한 분산전원에 대하여 알아보고 이어서 전력산업의 구조개편과 분산전원의 도입으로 더욱 중요해진 전기에너지 정보의 취득 및 효율적인 교환과 사용을 위한 IEC61850 기반의 변전소 자동화 시스템에 대해 기술하였다.

2. 분산전원

2.1 분산전원의 도입배경

분산전원이란 수요자 근처 배전망에 설치되어 전력을 생산하고 공급하는 설비로서 기존 발전, 송전, 그리고 배전 시스템의 대형화에 따른 문제점을 해결하며 에너지 효율 향상과 비용을 절감할 수 있는 발전방식이다. 21세기 디지털 혁명으로 더욱 가속화되고 있는 산업발전으로 전력수요는 꾸준히 증가하고 있으나 새로운 대형 발전 및 변전설비 건설을 위한 부지확보의 어려움과 화석 연료 사용으로 발생하는 지구 온난화 가스 및 오염물질 규제 등의 환경문제를 극복하기 위한 방안으로 환경 친화적인 에너지원의 개발이 이루어지고 있으며, 전력산업 구조 개편에 따른 전원구성 패러다임(Paradigm)의 변화로 세계 각 국에서 세계적으로 태양광 발전, 풍력 발전, 연료전지, 마이크로 터빈, 열병합 발전 등 다양한 형태의 분산전원이 도입되고 있다.

2.2 다양한 에너지원을 이용한 분산전원

분산전원의 설비로 다양한 에너지원을 이용한 발전 시스템이 연구되고 있으며 실 계통이 설치되어 운용되고 있다. 현재 많은 연구가 진행되고 있으며 각 나라에서 실제 적용되어 운용되고 있는 태양광발전, 풍력발전, 연료전지 발전, 수소에너지, 소수력발전 등에 대해 알아보고 다양한 형태의 분산전원이 기존의 전력계통에 연계되어 계통망을 구성하고 병렬로 운전될 경우 고려해야할 문제점에 대해 기술한다.

1) 태양광발전

태양광 발전은 무한정, 무공해의 태양 에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술이다. 기본 원리는 반도체 PN 접합으로 구성된 태양전지

풍력 발전시스템의 장·단점으로 풍력 발전은 무한정의 청정에너지원이며, 비용이 적게 들고, 건설 및 설치기간이 짧고 농사, 목축 등 토지 이용의 효율성을 높일 수 있는 반면 바람이 적은 지역에는 설치할 수 없으며, 바람의 속도와 양에 따라 발전되는 전력의 양이 변동적이라는 단점이 있다.

3) 연료전지 발전

연료전지는 수소와 산소가 가진 화학적 에너지를 직접 전기 에너지로 변환시키는 전기화학적 장치로서 수소와 산소를 양극과 음극에 공급하여 연속적으로 전기를 생산하는 새로운 발전 기술이다. 이러한 연료 전지는 작동 온도와 주연료의 형태에 따라 알카리형(AFC), 인산염형(PAGC), 용융 탄산염형(MCFC), 고체 전해질형(SOFC), 고분자 전해질형(PEMFC) 등으로 구분된다.

연료 전지의 일반적인 특성은 연료가 전기화학적으로 반응하여 전기를 생산하는 과정에서 열도 발생하므로 총효율을 80% 이상으로 높이는 고효율 발전이 가능하며, 기존의 화력 발전에 비해 효율이 높으므로 발전용 연료의 절감이 가능하고 열병합 발전도 가능하다. 또한 NOx와 CO2의 배출량이 석탄 화력 발전의 1/38과 1/3 정도이며, 소음도 매우 적어 공해 배출 요인이 거의 없는 무공해 에너지 기술이다.

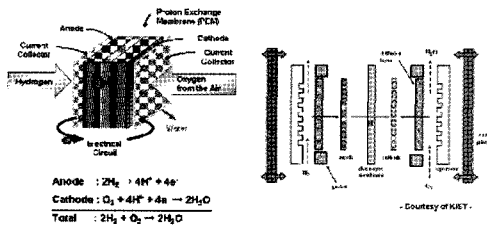


그림 3. 연료전지 발전의 원리

연료 전지 발전 시스템은 수소를 함유한 일반 연료(LPG, LNG, 메탄, 석탄가스 메탄올 등)로부터 연료 전지가 요구하는 수소를 많이 포함하는 가스로 변환하는 연료 개질 장치, 연료 개질 장치에서 들어오는 수소와 공기 중의 산소로 직류 전기와 물 및 부산물인 열을 발생시키는 연료 전지 본체, 그리고 연료 전지에서 나오는 직류를 교류로 변환시키는 전력 변환 장치로 구성된다. 이와 같은 기본적인 장치 외에도 플랜트의 효율을 높이기 위해서는 연료 전지 반응에서 생기는 반응열과 연료 개질 과정에서 나오는 폐열 등을 이용하는 장치가 부수적으로 필요하다.

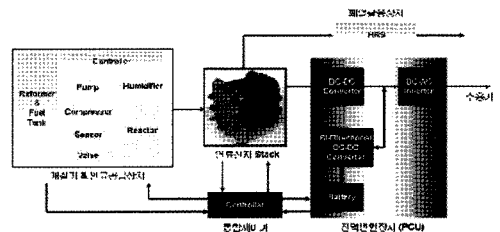


그림 4. 연료전지 발전시스템의 구성도

연료전지 발전시스템의 장·단점은 전기효율 60%이상인 높은 에너지 변환효율로 에너지 절약 효과를 얻을 수 있으며 이산화탄소 발생량을 줄일 수 있다. 또한 Module 형으로 제작이 가능하여 수요에 맞는 용량 증설이 용이하고 건설공기를 단축할 수 있는 이점이 있다. 그러나 초기 설치비용이 많이 든다는 점과 기술적인 신뢰성 및 내구성이 약한 단점이 있다.

4) 수소 에너지

수소에너지는 미래의 청정에너지원 가운데 하나이다. 수소가 미래의 궁극적인 대체에너지원 또는

에너지매체로 꼽히고 있는 것은 현재의 화석연료나 원자력 등이 따를 수 없는 장점을 갖고 있기 때문이다. 또한 수소는 연소 시 극소량의 질소가 생성되는 것을 제외하고는 공해물질이 배출되지 않으며, 직접 연소를 위한 연료 또는 연료전지 등의 연료로 사용이 간편하다.

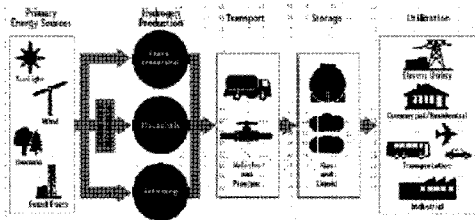


그림 5. 수소에너지 기술 구성도

또 무한정인 물을 원료로 해 제조할 수 있으며 가스나 액체로 쉽게 저장 수송할 수 있는 장점이 있다. 게다가 산업용 기초소재에서부터 일반연료, 자동차, 비행기, 연료전지 등 현재의 에너지시스템에서 사용되는 거의 모든 분야에 응용돼 미래의 에너지시스템에 가장 적합한 에너지원으로 평가되고 있는 것이다. 이에 따라 미국, 일본, 독일 등 선진 각국에서는 지난 70년대 말부터 수소의 제조, 저장, 이용 등 분야별 연구개발에 힘을 쏟고 있다.

5) 소수력 발전

소수력발전(small hydro power)은 설비 용량이 15,000 kW 미만의 소규모 수력 발전을 의미하나 국내에서는 보통 3,000 kW 미만을 소수력 발전으로 부르고 있다. 소수력 발전은 일반적인 대규모 수력 발전과 원리 측면에서는 차이가 없으나 국지적인 지역 조건과 조화를 이루는 규모가

작고 기술적으로 단순한 수력 발전이라고 할 수 있다.

소수력 발전은 공해가 없는 청정에너지로서 국내에도 15MW 정도의 부존량이 확인되어 있으며, 다른 대체 에너지원에 비해 높은 에너지 밀도를 가지고 있기 때문에 개발 가치가 큰 부존자원으로 평가되어 구미 선진국을 중심으로 기술 개발과 개발 지원 사업이 경쟁적으로 활발하게 진행되고 있다. 소수력 자원의 적극적인 개발은 에너지원의 개발 차원뿐 아니라 경제·사회적으로 전력 수요 급증시의 부하 평준화 효과 및 석유 수입 대체 민간 주도의 반영구적 공익사업으로서 환경 친화적인 에너지원의 개발을 통한 지역 개발의 촉진과 이로 인한 경제적 파급 효과의 극대화 관련 기술의 수출 산업화 등의 부수적인 효과를 거둘 수 있다고 평가되고 있다.

구미 선진국과 중국 등지에서는 일찍부터 소수력 개발의 사회·경제적 중요성을 인식하고 수문학적 자료를 비롯한 기초 통계 자료의 확보와 기술 개발 및 보급에 힘을 기울여 소수력 발전은 에너지원으로서뿐 아니라 주요 산업으로 자리를 잡아가고 있다.

2.3 분산전원 시스템의 장점 및 효과

분산전원은 송전계통과 배전계통의 운영비용 감소, 환경오염 감소, 신뢰도 향상 등 많은 장점을 제공한다. 그리고 부하 측에 가까운 위치상의 이점으로 인해 에너지 손실을 줄일 수 있고, 그로 인해 변전소나 배전설비, 송전설비에 대한 투자를 지연시킬 수 있으며, 자체기동(black-start) 용량과 순동 예비력을 확보할 수 있다. 마이크로터

빈이나 터빈 발전기, 내연기관 발전기 등은 전압을 보상하고 무효전력 손실을 감소시킬 수 있으며, 마이크로터빈, 내연기관 발전기, 연료전지 등은 폐열을 이용하여 에너지효율을 높일 수 있다. 전력시장 구조개편으로 인해 시장 불안정, 시장조작 등이 발생할 수 있는데 이때 분산전원은 전력시장에서 일시적으로 자립 할 수 있는 대안을 제공한다. 결국, 분산전원은 대규모의 집중형 발전소에 비해, 건설기간이 짧고 손쉽게 이동할 수 있는 특성을 가지며 추가적인 보조시설과 초기 투자비용이 적어도 된다는 장점을 가지고 있다.

3. IEC61850 기반의 변전소 자동화 시스템

3.1 IEC61850의 역사

변전소 자동화를 구현하는데 있어 가장 큰 문제는 서로 다른 제작 회사가 각자 배타적인 기술로 IED를 개발함으로써 상호간 원활한 정보 교환이 어렵다는 것이다. 이 문제를 해결하기 위한 방안으로써 변전소 내의 시스템 구조 및 통신 네트워크에 대한 국제적 공통 표준이 필요하게 되었으며, 1990년대 초반 미국과 유럽에서 이를 개발하려는 연구가 동시에 시작되었다.

미국에서는 EPRI를 중심으로 현장 기기의 데이터 모델과 통신 행위에 대한 스펙을 상세히 정의하고 있는 UCA2.0을 개발하였으며 이를 IEEE 표준으로 발표하려는 계획을 추진하고 있었다. 반면에 유럽에서는 IEC가 TC57의 워킹그룹 WG10, WG11과 WG12를 발족하고 IEC60870과 UCA에 경험이 있는 엔지니어들을 모아서 변전소 자동화의 일반적인 표준인

IEC61850을 개발하였다.

그런데 이 두 가지 표준이 동시에 제정되어 서로 양립하면서 충돌함으로써 전력 회사나 제작 회사에 큰 위협이 되었다. 따라서 IEC, EPRI 및 IEEE 멤버들은 변전소 자동화 표준을 하나로 통합해야 할 필요성을 인식하게 되었고, 결국 그림 6에 표시된 바와 같이 UCA2.0의 데이터 모델과 서비스를 기반으로 하면서 이를 포괄하는 IEC61850을 단일한 표준으로 채택한다는 것에 합의하기에 이르렀다. 현재 IEC61850은 파트 10 Conformance Test를 제외한 모든 세부 규격이 발표된 상태이며 향후 변전소 자동화의 단일한 세계 표준으로 자리 잡을 것으로 전망된다.

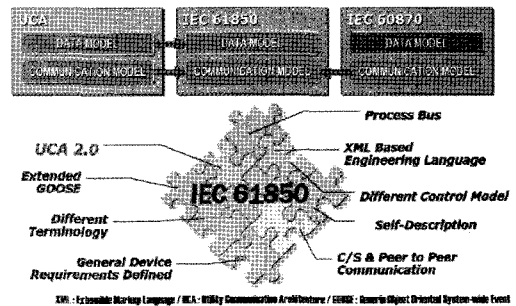


그림 6. IEC61850의 구성요소

3.2 규격의 구성

변전소 자동화용 국제 표준 규격인 IEC61850 규격은 파트1에서 파트10까지 15개의 세부 규정으로 구성되어 있으며 현재 파트10 Conformance test를 제외한 모든 규격이 발표된 상태이다. 파트1에서 파트5까지의 규격은 IEC61850에 대한 전반적인 소개와 변전소 자동화 시스템을 성공적으로 구축하기 위한 구체적인 요구 사항을 담고 있다. 파트6은 여러 제작회사에

특별기고

서 만들어진 다양하고 이질적인 IED 들을 통합하여 상호 유기적으로 동작하게 함으로써 단일 시스템을 구성하는 방법인 SCD(Substation Configuration Description)에 대하여 설명한다. 파트10은 전체 시스템과 구성 요소인 IED들이 IEC61850에 일치된다는 것을 증명하는 방법을 기술하고 있다. 파트7에는 IED에 구현되어야 할 데이터 모델과 서비스에 대한 설명이 상세히 담겨 있다. 파트8과 파트9는 논리적인 서비스 모델을 하위 계층의 표준 프로토콜에 Mapping 하는 방법을 설명하고 있다.

3.3 변전소 통신구조

초기의 변전소 감시제어장치는 그림7과 같이 계기용 변성기, 보호계전기, 제어기기, HMI 및 RTU(Remote Terminal Unit)가 모두 하드와이어로 연결되어 있는 구조이다. 모든 데이터는 하드와이어를 통하여 아날로그 형태로 전달되며 RTU에서 디지털화 되며, 통신을 통하여 상위 제어소로 전송된다. IEC61850 환경에서는 변전소 내의 모든 데이터 전달이 디지털 통신으로 이루어지며 이를 위하여 초기 변전소 구조의 하드와이어를 스테이션 버스와 프로세스 버스가 대신하는 구

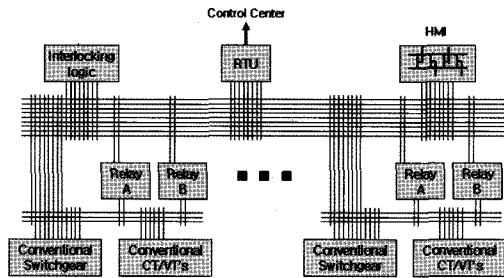


그림 7. 초기 단계의 변전소 통신구조

조로 변경된다.

약 15년 전부터 디지털 계전기와 통신 기술이 보급되면서 변전소의 구조는 그림 8과 같은 형태를 갖추게 되었다. 이 구조에서는 Bay 레벨 보호 계전기가 Process 레벨 계기용 변성기와는 여전히 하드와이어로 연결되어 있지만 Station 레벨의 디바이스들과는 네트워크로 연결되어 있어서 통신으로 데이터를 전달한다. 부분적으로 IEC61850의 적용이 가능한 구조이다.

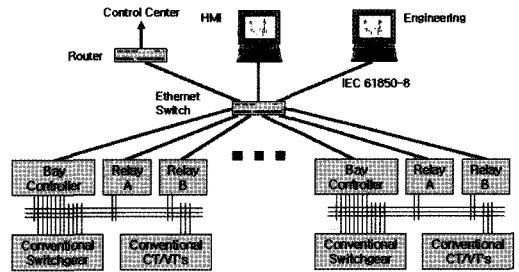


그림 8. 스테이션 버스를 갖춘 변전소 구조

프로세스 레벨에서의 변화는 새로운 기술의 계기용 변성기(NCIT : Non-Conventional Instrument Transformer)가 먼저 IEC61850-9의 규격으로 직렬통신을 통하여 보호 계전기에 연결되는 것으로부터 시작되며 그림

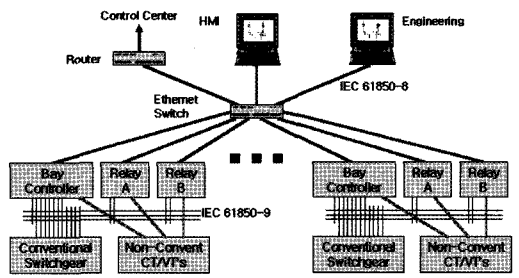


그림 9. NCIT가 추가된 변전소 통신구조

9는 이러한 구조를 나타내고 있다.

다음 단계에서는 스위치기어의 구동 장치가 통신 인터페이스를 갖추게 되며 결과적으로 그림 10과 같은 구조가 된다. 스테이션 네트워크와 프로세스 네트워크가 버스 형태를 갖추게 되면 하드 와이어의 양이 현저히 감소되고 연결 구조가 단순화된다.

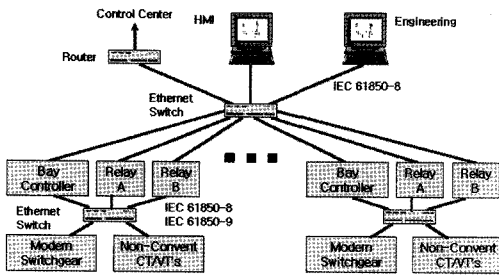


그림 10. 프로세스 버스를 갖춘 변전소 통신구조

IEC61850에서는 스테이션 버스와 프로세스 버스가 같은 통신기술을 사용하므로 최종적으로는 그림 11과 같은 구조가 될 것이다. 이 구조에서는 변전소 내 어느 곳에서나 필요한 데이터에 접근이 가능해진다.

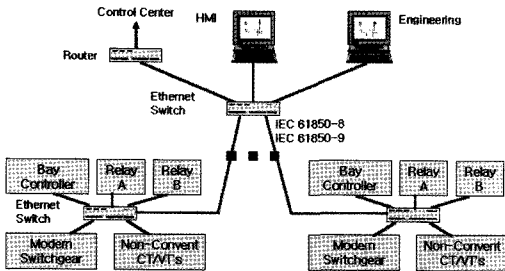


그림 11. 변전소자동화 최종단계의 변전소 통신구조

3.4 데이터 모델

IEC61850은 변전소 자동화에서 데이터를 전달하는데 사용되는 표준 인터페이스들을 정의하고 있는데 이를 LN(Logical Node)라고 부른다. LN은 평선에 있어 바깥세상으로 통하는 창문과도 같은 것으로서, 처음에는 이 용어가 매우 기술적인 것처럼 보이지만 사실상 대단히 간단한 것이다. 전력 시스템에서 'busbar'는 전력이 그 사이를 흐르기 때문에 노드라고 불리는 것처럼 IEC61850에서는 데이터가 이 인터페이스 사이에서 전달되기 때문에 'node'라는 말이 사용된다. 'logical'이라는 용어는 이 인터페이스가 물리적인 것이 아니라 개념적인 것이기 때문에 붙은 말이다. 변전소 자동화 시스템에서는 수많은 평선들이 수행되어야 하며 이 평선들은 다른 평선들과 데이터를 주고받아야 하는데 이 역할은 LN(Logical Node)라고 불리는 표준화된 인터페이스가 담당한다. IEC61850에는 약 90개의 다양한 LN들이 표준화되어 있다. 예를들면 PTOC(교류 한시 과전류계전기), RREC(자동 리클로징), CSWI(개폐기 제어기), MMXU(운영 목적의 계측), XCBR(차단기), TCTR(변류기) 등이다.

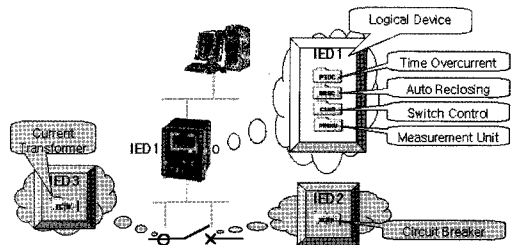


그림 12. 세 개의 IED와 LN

그림 12는 보호계전기, 차단기, 변류기 등 세 개의 IED로 구성된 시스템에서 각각의 IED와 이에 탑재되어 있는 LN의 구성을 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 IED에 탑재될 LN은 IED의 역할에 의해 결정된다. 고장에 의하여 차단기가 개방되기 위해서는 변류기 IED에서 취득된 순시 샘플링 데이터가 LN TCTR에서 보호계전기 IED의 LN PTOC로 전달되고, 이 데이터를 이용하여 보호계전기 IED에서 고장을 검출하면 LN PTOC가 LN CSWI로 트립신호를 발생하게 된다. 트립신호를 받은 보호계전기 IED의 LN CSWI는 차단기 IED의 LN XCBR로 개방신호를 전송하게 되고, 차단기 IED는 LN XCBR의 데이터를 보고 차단기를 개방한다. 이 예에서 보는 바와 같이 통신은 LN 간에 이루어지므로 LN만 IEC61850에 정의된 표준을 따른다면 IED 하드웨어나 내부 알고리즘에 관계없이 다른 제작 회사에서 만든 IED와 상호 운용성을 확보할 수 있다.

3.5 SCSM(Specific Communication Service Mapping)

ACSI(Abstract Communication Service Interface)에서는 변전소자동화에서 필요한 모든 통신을 LN(Logical Node)라는 물리적인 실체가 없는 데이터 오브젝트와 그것들 간의 서비스로 정의하였다. SCSM(Specific Communication Service Mapping)은 하나의 LN이 다른 LN과 통신할 때 ACSI에 정의된 서비스를 물리적인 통신에 연결하는 방법에 관한 것이다. 다시 말하면, IEC61850에서는 하위계층의 구체적인 통신방법을 정의하지 않고 상용화

된 통신방식을 연결하여 사용하는데, ACST와 하위계층 통신방식에 연결하는 방법을 정의한 것이 SCSM이다. ACSI가 SCSM을 통하여 하위계층 통신과 분리되어 있는 것은 변화속도가 느린 변전소자동화의 규격이 매우 급격한 발전속도를 가진 통신기술을 수용하기 위하여 고안되었으며 IEC61850의 매우 큰 장점으로 인정되고 있다.

그림 13은 이와 같은 개념을 설명하고 있다. 그림에서 보는바와 같이 변전소자동화에 사용하기에 적합한 새로운 통신방식이 있으면 거기에 맞는 SCSM을 정의하여 ACSI와 맵핑시켜 사용한다. 현재 하위계층 통신방식으로 세 가지 규격이 마련되어 있는데 데이터를 MMS나 이더넷으로 전송하는 방법(파트8-1), 샘플링 데이터를 멀티드롭 직렬통신으로 전송하는 방법(파트 9-1), 샘플링 데이터를 이더넷으로 전송하는 방법(파트 9-2)이 그것이다.

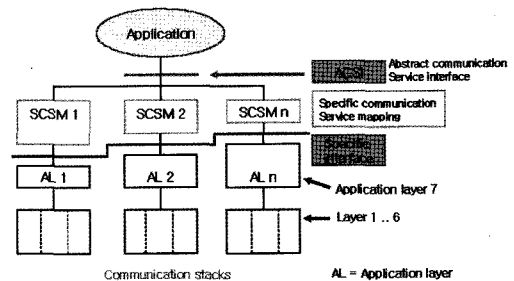


그림 13. SCSM의 역할

3.6 MMS(Manufacturing Message Specification)

IEC61850에서 샘플링 데이터와 GSE 메시지를 제외하고 일반적으로 사용되는 하위 계층 통신 방식은 MMS(Manufacturing Message

Specification)이다. MMS는 컴퓨터, PLCs, 로봇, CNCs, RTUs 등의 지능형 디바이스들 간에 통신을 위한 어플리케이션 프로토콜로서 ISO(International Organization for Standardization)에 의해 만들어진 국제 표준이다. 엄밀히 말하자면 MMS는 단순한 프로토콜 규격 이상으로서 다양한 디바이스에 대해 보편적으로 사용될 수 있는 객체모델을 세부적으로 정의해 놓고 있다.

여기서 객체는 변수, 변수의 타입 정의, 프로그램, 이벤트, 저널(로그이력)과 세마포어 등을 나타낸다. MMS에는 이러한 객체에 대한 정의뿐만 아니라 각 객체들이 어플리케이션에서 사용되기 위한 통신 서비스의 집합 또한 정의되어 있다. 객체, 객체를 조작하기 위한 메시지, 메시지에 대한 디바이스의 동작은 MMS의 Virtual Manufacturing Device(VMD) 모델로서 표현된다. 디바이스에서 모든 MMS 통신은 어플리케이션(클라이언트)과 VMD(서버)간에 이루어지고 VMD간의 통신은 MMS에 의하여 수행된다. IEC61850에서는 LN(Logical Node)이 가지고 있는 데이터와 서비스를 MMS의 VMD에 정의된 객체와 메시지로 맵핑시켜 주기만 하면 된다. IEC61850의 통신 계층으로 MMS가 사용되는 것은 LN의 데이터와 서비스가 VMD의 객체와 메시지의 형태가 유사하여 쉽게 맵핑이 되기 때문이다. MMS를 사용할 때의 장점은 다양하다.

첫째로, 어플리케이션 프로그램이 디바이스의 세부적인 문제에 대하여 제약을 받지 않기 때문에 MMS 기반의 어플리케이션은 특별한 수정 과정 없이 다른 제작사에서 개발된 다른 종류의 디바이스와 통신할 수 있다.

둘째로, MMS의 확장성 있는 모델링 기법으

로 실시간 통신이 가능한 표준적 프레임워크를 구성할 수 있으므로 시스템 디자인을 단순화할 수 있다.

셋째로 MMS는 디바이스에 관계없이 표준적인 방법으로 통신할 수 있으므로, 엔지니어나 오퍼레이터가 표준적인 통신 서비스만 배우면 되기 때문에 결과적으로 교육, 지원 및 유지보수 비용이 절감되는 효과가 있다. 또한 세계 유수의 제작사들이 MMS를 지원하므로 상호 운용성을 확보하는 범위에서 응용 분야에 적합한 디바이스를 선택할 폭이 넓어진다.

3.7 엔지니어링

변전소를 구성하는 전력 기기와 IED들을 통합하여 상호 유기적으로 작용하게 함으로써 변전소 자동화 기능을 구현하게 하는 일을 엔지니어링이라고 부른다. 이를 위하여서는 구성요소 각각의 역할을 정의하고 상호간의 정보 전달 체계를 구축하여야 한다. 이러한 작업을 위해서는 변전소의 구성 요소들과 그것들 상호간의 관계를 기술할 수 있는 표준적인 포맷이 필요하다. IEC61850은 전력 기기와 IED의 다양한 종류와 기능에 대한 오브젝트 모델을 정의한다. 그리고 IED 구성과 파라미터에 관계된 통신 시스템의 구성, 스위치야드의 구조와 그것들 간의 상호 관계를 기술하는 파일 포맷을 정의한다. 변전소 자동화를 진행하는 각각의 단계에서 다양한 엔지니어링 툴 간의 데이터 교환이 가능하기 위해서는 이를 표현하는 표준적인 파일포맷이 필요하다. IEC61850에서는 이러한 것들을 Substation Configuration Language(SCL)로 정의하고 있으며 변전소 구성, IED, 통신 시스템을 규격에 정의되어 있는 오

브젝트 모델로서 표현한다. SCL을 위한 언어는 Extensible Markup Language(XML) 버전 1.0이 사용된다.

3.8 IEC61850 기반 변전소 자동화 시스템의 장점

IEC61850을 사용하여 변전소자동화를 구성했을 때의 장점은 크게 통신 방식의 개방성(Open Communication)과 이질적인 IED간의 상호 운용성(Interoperability)이다.

통신 방식 개방성의 첫 번째 장점은 이더넷(Ethernet)과 같은 주류 통신 방식을 사용하는 것으로부터 얻어진다. 변전소 자동화를 구현하는데 있어 중요한 것은 peer-to-peer 통신이다. 이더넷은 이를 개방적으로 지원하고 있으며 그 속도도 급속히 빨라지고 있어 데이터 전송 속도가 수십 GBit/s 에 이를 것으로 전망된다. 또한 이더넷 스위치를 이용하여 메시지 충돌 문제를 극복하게 되면 프로세스 버스로도 급속히 확장될 것이다. 통신 신뢰도의 관점에서 보면 IEC61850은 어플리케이션 레벨에서 이중화에 대한 아무런 정의가 없고 하위의 통신 레이어에서 이 문제를 독립적으로 처리할 수 있도록 남겨 두었기 때문에 상위 레벨의 기능 구현에 영향을 주지 않고 이더넷 레벨에서 이중화를 위한 통신 토폴로지 변경을 할 수 있다.

두 번째 장점은 프로세스 버스의 채용으로부터 얻어진다. IEC61850은 NCIT(Non-Conventional Instrument Transformer)를 포함하여 모든 종류의 계기용 변성기에 대하여 프로세스 버스를 통하여 데이터를 전달할 수 있도록 표준 인터페이스를 정의하고 있다. 프로세스 IED

에서 취득된 데이터는 멀티캐스팅을 통하여 여러 Bay IED로 전송되므로 계통 보호, 고장 기록, 위상 연산, 전기 품질 및 계측 등 여러 목적으로 동시에 사용될 수 있다. 이러한 프로세스 레벨에서의 표준화된 인터페이스는 현재는 merging unit(MU) 이 담당하고 있지만 앞으로는 센서 자체가 담당하게 될 것이다. 이와 같은 구조에서는 그림 14에서 보는 바와 같이 브레이커 IED가 차 단기의 액츄에이터가 될 것이다.

세 번째 장점은 데이터 및 자원에 대하여 표준화된 데이터 전달이 가능하다는 점이다. 객체 구조의 인터페이스와 개방형 통신은 모든 어플리케이션에게 변전소 내의 모든 데이터와 자원에 대한 표준화된 접근이 가능하도록 한다.

네 번째 장점은 변전소의 운영에 필요한 평선들을 자유롭게 배치할 수 있다는 점이다. IEC61850에는 각각의 평선들이 물리적으로 어디에 구현되어야 하는지에 대한 규정이 없다. 따라서 평선들을 자유롭게 배치한다 하여도 데이터의 논리적인 위치를 알고 있으면 모든 평선들이 필요한 데이터를 가지고 올 수 있으므로 변전소 내의 모든 어플리케이션들을 최적화하는데 도움

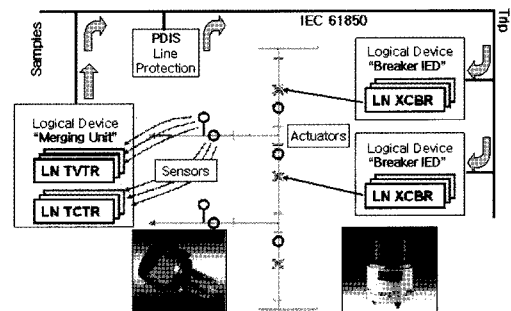


그림 14. 프로세스 IED를 채용한 구조에서 데이터 전달

이 된다. 물리적인 IED에 대한 평선의 배치는 SCD(System configuration description)파일을 통하여 이루어지며 유지 보수가 용이하다.

상호 운용성(Interoperability)의 장점은 첫째로 공통 문법과 의미를 사용하는 것으로부터 출발한다. IEC61850의 데이터는 자기 설명(Self Description)을 위한 텍스트 필드를 갖추고 있어서 두꺼운 매뉴얼을 참조하거나 복잡한 코딩이 없이도 상호 운용성을 지원한다.

두 번째 장점은 데이터를 표준화된 객체 모델로 표현하는 것이다. 이러한 객체 모델은 변전소 내부 모든 곳에서, 나아가서는 전력 시스템 전체의 어느 곳에서나 데이터의 사용이 가능하다. 객체 모델에서는 단일 아이템이나 복잡한 프로세스 모두에 대하여 접근이 가능하며 필요하다면 논리적인 데이터를 물리적인 소스로 추적하는 것이 가능하다. 인터페이스의 모든 것이 표준화되어 있기 때문에 새로운 어플리케이션은 필수적(Mandatory)인 데이터에 대해서 각 데이터들이 존재하고 있다는 것을 확인 할 수 있으며 또한 활용할 수 있다. 옵션 데이터를 구현하기 위한 자세한 정보를 얻기 위해서는 Get Directory 서비스나 SCL로 기술되어 있는 System

Configuration Description(SCD) 파일을 참조하면 알 수 있도록 되어 있다.

세 번째 장점은 변전소 구성을 제어하는 방법이 표준화되어 있다는 점이다. 변전소를 확장시키거나 구성을 변경시키는 것은 각각에 대한 수동적인 재 프로그램을 필요로 하지 않으며 상호 작용성을 유지하는 상태에서 시스템 틀에 의하여 제어되므로 변전소 자동화 엔지니어링이 매우 쉽다.

5. 맺음말

본고에서 21세기 전기에너지의 효율적인 관리 및 새로운 에너지원 창출을 위해 현재 전력시스템에 중요한 기술과제로 떠오른 환경 친화적인 분산전원과 IEC61850 기반의 변전소 자동화 시스템에 대하여 살펴보았다.

대부분의 에너지를 수입해서 쓰고 있는 우리나라에서 에너지를 효율적으로 관리하기 위해서는 전력계통 전역의 정보관리 및 효과적인 전달체계를 필요로 하며, 또한 한전이 중심이 된 전력시스템과 민간 사업자에 의해 운용될 분산전원 시스템에 유기적으로 연계되어 운용되어야 한다. 이러한 환경적인 요구에 고도로 발전된 IT 기술과 전력 기술을 접목한 '전력 IT 기술'이 앞으로의 계통 운용 및 전력에너지 관리에 있어서 획기적인 효율증가와 신뢰성 향상을 실현할 수 있을 것이다. 아울러 IT 기술이 도입된 변전소자동화시스템은 다수의 전력사업 주체의 이익추구 및 전기에너지 공급의 신뢰도 확보라는 두 마리의 토끼를 잡을 수 있는 매우 중요한 방안으로서 하루바빠 우리계통에 도입되어야 할 것이다.

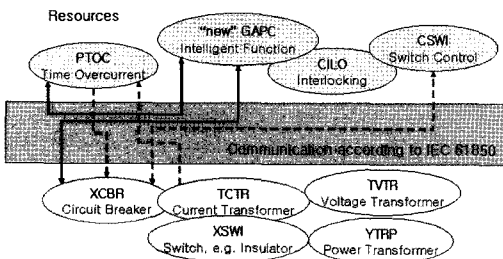


그림 15. 표준인터페이스에 의한 상호작용성