



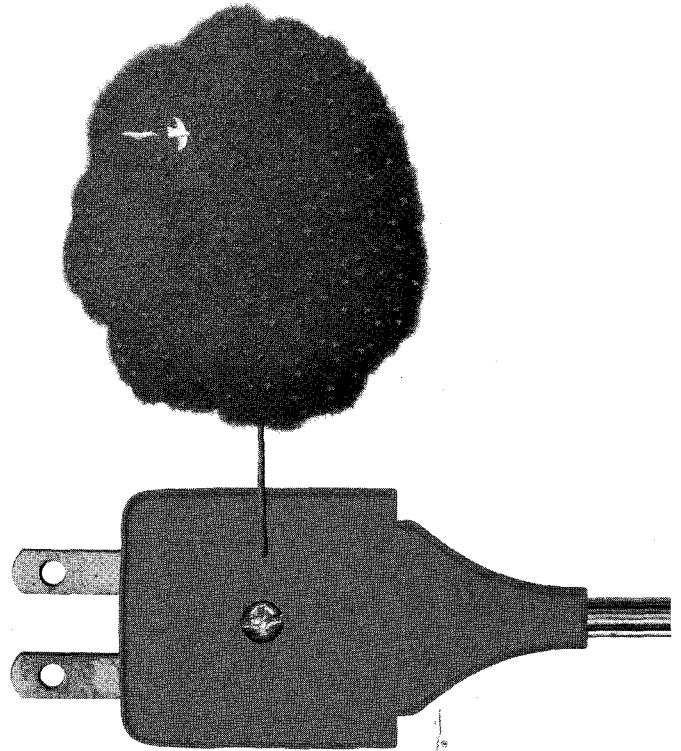
# 변전소 자동화용 IED 개발 기술

이승재 | 명지대학교 차세대전력기술연구센터 소장

## 1. 서론

변전소자동화는 최근 세계적으로 전력계통 보호 분야의 가장 중요한 화두이다. 세계 각국의 선진기업에서는 기존 변전소 운영에 필요한 각종 기능에 통신과 디지털 기술을 결합하여 새로운 개념의 단말 장치, 계전기 및 중앙처리장치 등을 개발하고 있다. 최근 비약적으로 발전하고 있는 정보통신 기술을 전력기술과 융합한다면 지금까지 우리가 불가능할 것으로 간주하던 정보 취득과 처리 그리고 다양한 기능의 구현이 가능할 것으로 판단된다. 이는 전력기반기술에서는 상대적으로 약세이나 정보통신기술에서는 최고수준인 우리나라가 변전소자동화 기술을 선도할 수 있는 좋은 기회라 할 수 있을 것이다.

본고에서는 첫 번째 장에서는 변전소 자동화시스템의 필요성, 기술동향, 구현방법 및 기대효과에 대하여 기술하였다. 두 번째 장에서는 다양한 제작회사의 상이한 IED간의 상호호환성을 확보하기 위하여 최근 변전소자동화의 국제표준으로 자리잡고 있는 IEC61850 규격에 대하여 설명한다. 세 번째 장에서는 자율적 분산인공지능기법을 근간으로 하는



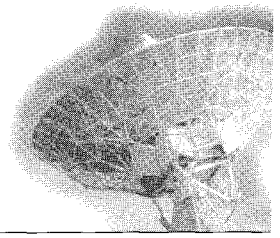
에이전트 기술을 IED 개발에 활용하는 방안을 설명한다. 네 번째 장에서는 최신 연구기술로서 IEC61850기반의 변전소구조에 적용할 수 있는 결합극복구조형 IED 기술에 대하여 소개한다.

## 2. 본론

### 2.1 변전소자동화 기술

#### 2.1.1 필요성

전력수요의 증대와 더불어 전력계통이 복잡화, 대용량화됨으로서 전력의 질적 향상, 사고검출의 다양화 및 신속화, 감시제어 항목의 증대, 보수점검의



합리화 및 자동화, 전력설비의 고 신뢰도, 설비 운영의 효율성 제고 및 전기품질 향상 등이 필요하다. IT기술의 비약적 발전을 기반으로 전력설비에도 자동화시스템을 채택하는 것이 세계적인 기술추세이며 그 대표적인 것이 변전소자동화이다. 현재 추진되고 있는 변전소자동화의 기본방향은 단기적으로는 변전소 제어설비 통합화, 집중화를 통하여 감시 제어설비의 중복기능을 없애는 데 있고, 장기적으로 변전소 운전정보 취득과 감시제어 설비 및 자동운전 등을 연계하여 인력 요소를 최소화하는 완전한 자동화 체계 구축에 있다.

### 2.1.2 기술동향

변전소자동화의 국제적 기술도향을 살펴보면, 세계 유수의 전력제어기기 제작회사인 ABB, Siemens, GE, SEL, TM T&D 등은 전력IT 계획의 첫 번째 수행 과제를 변전소자동화에 두고 이를 실현하기 위한 단일화된 국제규격 제정에 박차를 가하고 있다. 최근에는 제작사, 연구단체, 학계를 중심으로 IEC 61850 규격을 거의 완성한 단계이며, 이것의 성능을 검증하기 위한 다수의 시범 프로젝트가 수행되고 있다.

국내의 사정을 살펴보면, 전력산업의 새로운 패러다임으로 부상하고 있는 전력IT가 이제는 전력인들의 차원을 넘어서 전 국가적인 화두로 거론되고 있다. 이에 정부도 전력IT 분야의 기술개발에 앞으로 5년 동안 약 4000억원을 투입키로 하는 전력IT 추진 5개년 계획을 수립하였다. 이 계획안에 따르면 산자부는 디지털 기반 변전시스템 구축사업에 5년간 막대한 자금을 투자할 방침인 것으로 예정되어 있다.

외국은 우리보다 수년전부터 이 분야의 연구와 실제 적용이 이루어지긴 하였으나 아직도 시작단계에 불과하므로 그 격차는 그리 크지 않을 것으로 예상

됨으로 큰 어려움 없이 조기에 관련된 기술의 격차를 해소할 수 있을 것으로 생각된다.

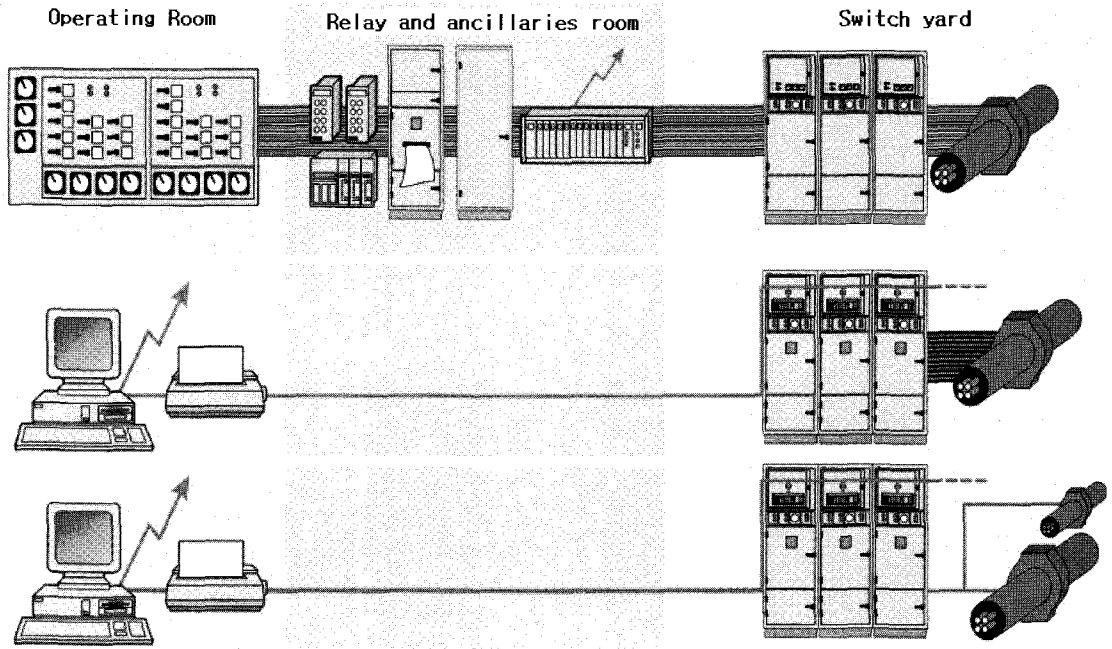
### 2.1.3 구현방안

변전소자동화를 구현하기 위한 첫 번째 핵심요소는 IED 기술이다. IED는 전자식계량기, 디지털릴레이, 제어기 등 외부기기와 데이터 및 제어에 관한 정보를 송수신 할 수 있는 여러 프로세서들을 통합한 장치로 정의할 수 있다. 이런 IED를 변압기와 차단기 등의 전력설비에 장착하고 이를 통합함으로써 변전소자동화가 가능하게 되는 것이다. 두 번째로 변전소자동화를 구현하기 위해 필요한 핵심요소는 통신 기술이다. 변전소 내의 차단기 및 개폐기의 접점 정보, 현재 계통의 계측정보, 보호기기 동작 정보, 고장분석 정보 등 다양하고 방대한 양의 정보를 실시간으로 상위 시스템으로 전송해야한다. 또한 최근 도입이 거론되고 있는 IEC61850 규격에 의하면 기존의 수직적 통신체계를 벗어나 수평적 레벨의 IED 상호간의 통신 및 변전소와 변전소를 연결하는 통신 기능을 지원해야만 비로소 변전소자동화를 완벽하게 구현할 수 있다. 세 번째 핵심요소는 통일된 국제규격이다. 기존의 IED는 제작사별 고유한 기술 규격에 의해 제작되어 왔으나 이런 이종의 IED를 변전소자동화에 사용할 경우 다른 기기들과의 통신 상호호환성의 문제가 발생할 수 있으므로 통일된 규격 통신을 수행할 수 있게 제작되어야 한다. 이에 대한 대안으로 최근 주목을 받고 있는 것이 IEC61850 표준규격이다.

그림 1은 변전소자동화의 구성을 과거, 현재, 미래의 순으로 보여주는 예시이다. 과거 변전소 제어실은 각종 계측 매터와 접점 정보를 보여주는 모자이크 판넬과 SCADA 시스템이 존재하여 매우 복잡하고 다양한 정보를 일관성 없이 표시하고 있었다.



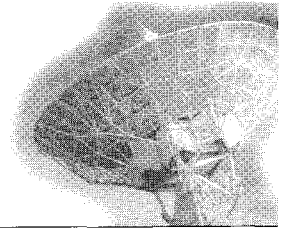
그림 1. 변전소자동화 구조의 과거, 현재, 미래



보호계전기실은 동작정보와 고장기록을 위한 고장 분석기, 계측을 위한 메터 및 현장 설비의 접점과 매칭된 정보의 데이터 통신을 위한 여러개의 RTU 등이 있으며 스위치야드도 많은 결선을 통해 복잡하게 연결되어 있다. 그러나 초기단계 변전소자동화 시스템의 경우 IED 레벨에서 보호, 제어, 감시 및 계측의 모든 기능을 수용하고, IED의 정보 확인 및 운영을 담당하는 상위 HMI와 통신 네트워크로 연결됨으로서 데이터 전송을 통하여 배선량도 현격히 감소하여 설치비용을 감소하고 효율적인 유지보수가 가능하게 되었다. 향후 완성된 형태의 변전소자동화 시스템은 스위치 야드의 전력설비에 신호변성장치와 통신장치가 부가된 IED를 내장함으로써 프로세스 서비스를 통하여 네트워크로 정보를 전송하는 형태가 될 것이다.

#### 2.1.4 기대효과

각종 기능통합으로 설비의 단순화함으로써 보호 기능과 제어기능의 독립성을 최대한 유지하되 입력부와 출력부 중 공유가 가능한 일부 기능을 통합하고 제어, 감시, 계측 정보를 전송하기 위한 RTU의 통신 기능까지 IED에 포함시켜 현장 설비 구성을 단순화함으로써 설비 원가 절감과 운용상 편의를 제공한다. 또한 다양한 정보 제공으로 설비 운전 효율성 제고하므로써 IED에서 제공하는 다양한 정보를 IED 자체와 통신을 통한 상위시스템으로 전송하여 변전소내의 모든 정보를 단일 시스템 하에서 파악 관리가 가능하게 하여 상시 운영요원의 수를 줄일 수 있으므로 인건비의 절감 효과가 있다. 또한 이런 변전소 단위의 상위 시스템의 정보를 원방에서 취득할 수도 있으므로 고장발생시 인근 지역으로의 고장



파급을 방지할 수 있는 후속 조치를 신속히 취할 수 있다. 특히 무인으로 운전되는 변전소의 경우 종합 자동화 시스템을 도입함으로써 효율적인 운전 및 관리가 가능하다.

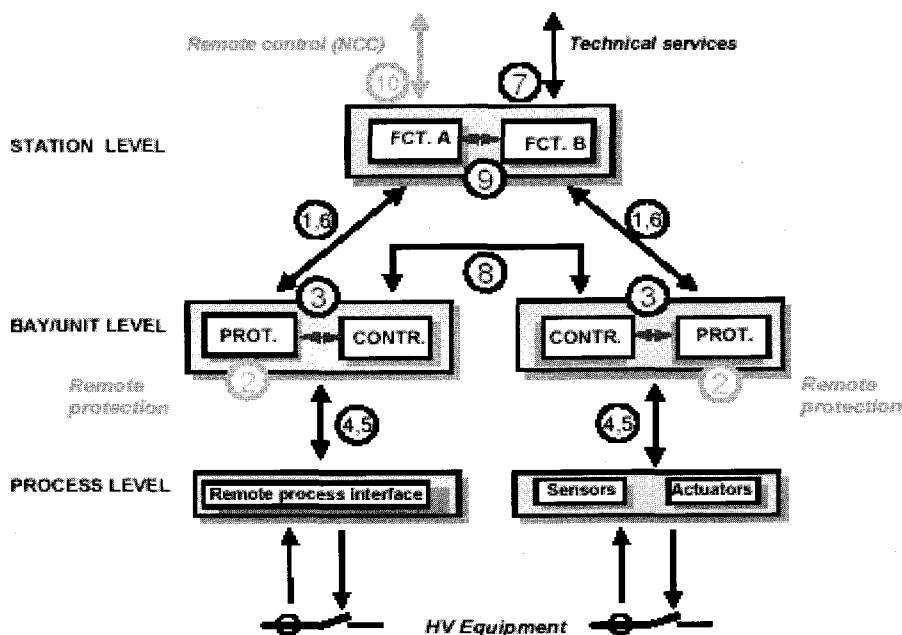
## 2.2 IEC61850 기술

### 2.2.1 배경

과거의 변전소자동화 시스템은 각 제조업체에 의한 턴키방식으로 만들어져왔으나 최근에는 여러 제작회사에 만들어진 디바이스가 상호작용을 하는 변전소자동화 기능을 구현하는 추세이다. 변전소자동화 시스템을 구성할 때 여러 제조업체들의 디바이스가 사용된다는 점은 시스템 통합의 입장에서 디바이스 통신 인터페이스 간의 상호 호환성을 갖추게 해

야 한다는 어려움이 있다. 변전소자동화에서 각 디바이스의 성능향상 뿐만 아니라 통신 시스템, IED들의 구성과 변전소 구조에 관련된 엔지니어링의 중요성이 대두되었다. 이러한 필요성에 발맞추어 전세계적으로 많은 전력자동화용 통신 프로토콜이 만들어지게 되었다. DNP3.0, UCA2.0, IEC60870 등 바로 그것이다. 최근 IEC에서는 여러 가지 통신 프로토콜이 서로 경쟁하므로써 생기는 문제점을 방지하기 위하여 EPRI와 함께 세계적으로 통용될 수 있는 단일한 표준인 IEC61850을 발표하였다. IEC61850은 상이한 제조업체의 IED들 간의 상호 운영성을 확립하기 위하여 개발된 개방형 프로토콜이다. IEC61850은 국제적인 표준으로 받아들여지고 있으며 현재 파트 10을 제외한 모든 세부 스탠더드가 발표된 상태이다.

그림 2. 변전소자동화 인터페이스의 종류





## 2.2.2 특징 및 구조

기존의 프로토콜들은 데이터, 서비스, 통신이 모두 뒤섞여 있었다. 따라서 프로토콜이 각 제조업체의 기술에 종속적일 수밖에 없었고, 변전소 디바이스간의 상호 호환성 및 기능 확장 등에 많은 제약을 주었다. 향후의 변전소자동화에 있어 단일 업체가 변전소에 필요한 전체 설비를 모두 제공하는 것은 불가능한 일이며, 통신 기술이 변화될 때마다 새로운 통신 프로토콜을 채용하거나 변전소 자동화 시스템을 교체하는 것도 바람직한 일이 아니다. 이를 해결하기 위해서 IEC61850에서는 변전소 자동화 방법을 데이터, 서비스, 통신 프로토콜 세 부분으로 나누어 정의하고 있다. 그림 2는 변전소 내의 기능에 따른 통신 인터페이스의 분류이다. IEC61850에서는 변전소 내에서 사용되는 통신을 총 10가지로 분류하여 변전소 외부와의 통신 인터페이스인 IF2, 10, 7을 제외한 변전소 내의 7가지 통신 인터페이스를 제공한다. IF9는 스테이션 레벨 내, IF1,6은 스테이션과 베이레벨 간 보호/제어, IF3는 베이레벨 내, IF8은 베이레벨 간, IF4, 5는 프로세스와 베이간 VT/CT 순시 및 제어를 나타낸다. 이러한 다양한 인터페이스에는 다양한 전송 방법이 필요할 것이다. 예를 들면 고장 기록과 같이 많은 용량의 데이터를 전송하는 경우에는 파일 전송의 형식으로 전송되어야 하고, 트립 신호와 같이 고속 처리가 필요한 데이터는 가능한 빠른 시간에 전송될 수 있는 방식을 사용해야 할 것이다. 이러한 서비스들은 통신 프로토콜과의 맵핑을 통해서 이루어진다.

또한 IEC61850은 변전소 내의 모든 기능들과 데이터 모델들을 포함하고 있으며, 그 기능과 데이터에 대한 명칭을 표준화 하였다. 이런 표준화된 데이터를 사용함으로써 향후 기능 추가 및 변경 시 통신 프로토콜 수정에 사용되는 유지보수 비용이 감소하

게 된다. 그림 3는 실제 변전소 내에서 사용되는 다양한 타입의 데이터로부터 변전소 내의 기능을 표현하고 전달하기 위한 가장 작은 단위인 LN(Logical Node)들로 모델링 하는 과정이다. LN들을 통하여 상호기기 간의 통신이 가능하며, 현재 약 90개의 LN들이 표준으로 정의하였다. LN의 예로 OCR에 관련된 데이터와 기능은 PTOC로 명명하였고, 차단기에 필요한 데이터와 기능을 명명한 XCBR 등이 있다. 이런 LN들을 그룹화 하면 실제의 PD(Physical Device)들을 가상의 LD(Logical Device)로 나타낼 수 있다. 그룹화 모델링을 거친 LD들은 여러 제조업체들에 의해 만들어진 디바이스들과 상호작용 할 수 있는 정보와 데이터를 갖게 된다. 그림 3에서와 같이 IEC 61850에서는 이러한 모델링 과정을 거친 표준화된 데이터 교환을 위한 모델로 ACSI(Abstract Communication Service Interface)를 제공한다. ACSI 모델은 SCSM(Specific Communication Service Mapping) 과정을 거쳐 실제 이더넷 기반의 네트워크를 통하여 정보를 교환하게 된다. 변전소 내의 디바이스들을 통합하기 위해서는 어떤 장치가 데이터를 제공하는지, 어떤 장치가 데이터를 필요로 하는지, 이 데이터가 무엇인지, 데이터 전송을 위해 어떤 서비스가 필요한지 등의 정보를 파악해야 한다. 이런 정보는 각 디바이스의 제조업자로부터 제공되어야 하는데, IEC61850에서는 다른 디바이스 간의 설명과 관계를 나타내는 XML 기반의 SCL(Substation Configuration Language) 변전소 구성 언어를 사용하여 변전소 구조를 엔지니어링 할 수 있다. 이런 SCL은 제조업자간의 엔지니어링 도구들 사이에서 상호 교환되어 통합 작업을 용이하게 할 것이다.

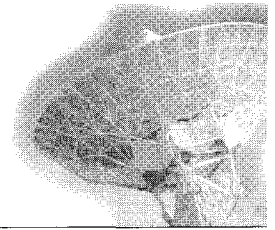
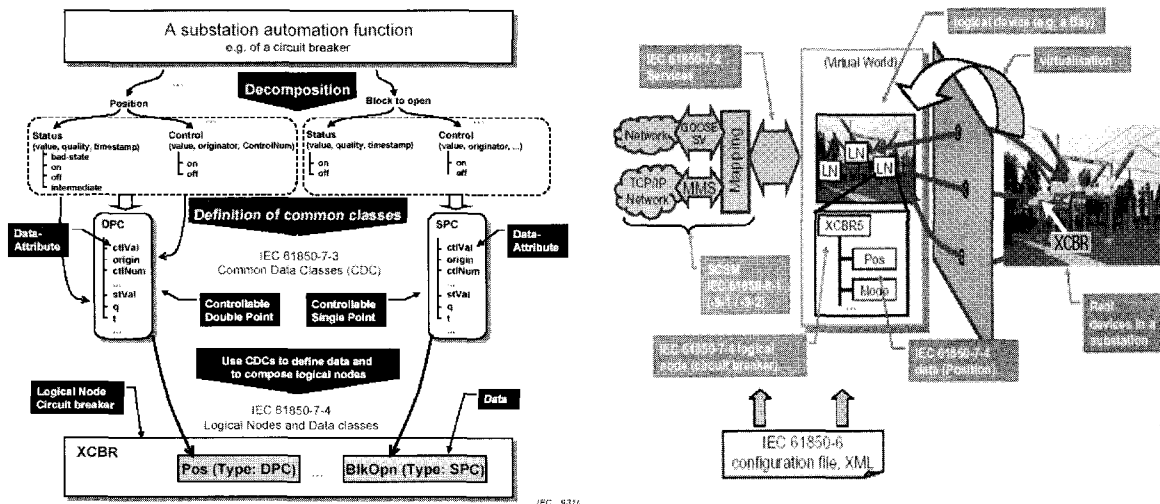


그림 3. Logical Node의 모델링과 시스템 모델링 과정



### 2.2.3 기술동향

현재 IEC 61850의 표준화와 검증을 위해서 세계 20여개의 제조업체와 전력회사가 참여하고 있다. ABB, Siemens, ALS-TOM, Omoicron 등의 전력 기기 및 시험기 제작사에서는 IEC 61850 규격에 맞춘 시제품을 개발해 가능성을 검증하는 단계에 이르렀다. 일부 전력회사는 IEC61850 규격에 따르는 변전소 자동화 시스템을 시범 적용하고, 현재 성능 검증 단계에 있다. 현재까지의 기술력 및 경험 등을 바탕으로 전 세계적으로 단일화된 변전소 자동화 규격인 IEC61850 재정이 올해로 완료될 예정이다. IEC 61850은 상이한 제조업체들의 IED들 간의 상호작용의 가능성을 확보했으며, 전 세계 어디에서나 수용될 수 있는 유일한 국제 표준의 규격이다. IEC61850의 출현으로 변전소 자동화 시스템은 엔지니어링, 유지보수 및 신뢰성 증대 등의 많은 이점을 가질 수 있을 것이다.

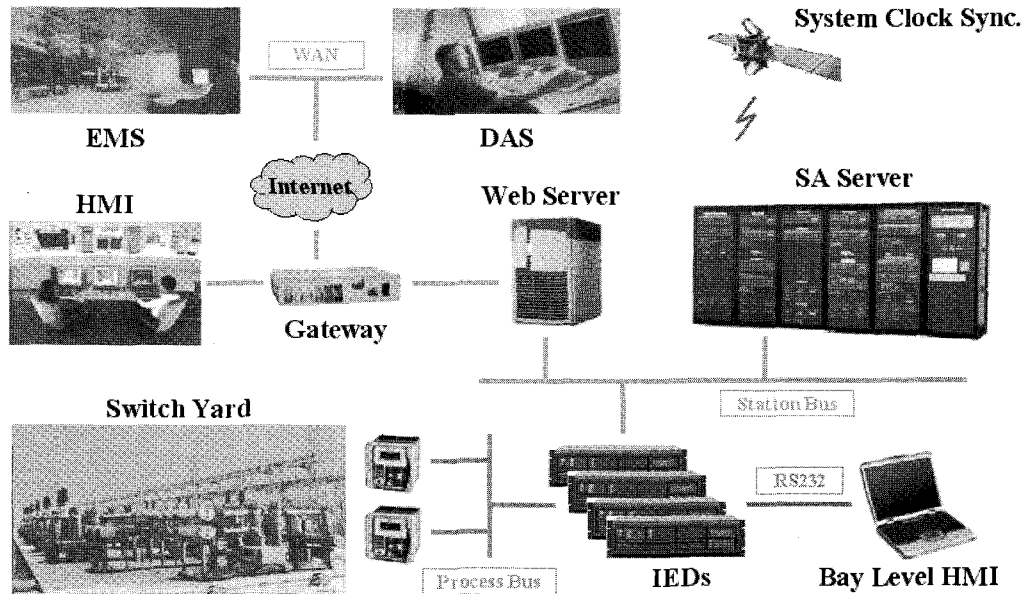
### 2.3 에이전트 시스템

#### 2.3.1 필요성

T&D World지(99년 10월)에 기고된 Columbia의 변전소 자동화 시스템 도입사례는 시스템 표준화와 개방성의 중요성을 부각시키는 좋은 예이다. 이 시스템 도입 시 프로젝트별로 지나치게 기능 구현에만 중점을 둔 결과, 다수의 비표준 시스템을 보유하게 되었다. 즉, 변전소별로 상이한 제작/공급자에 의하여 상이한 시스템이 공급되어, 결과적으로, 14개 변전소에 6개의 제작/공급자가 참여하여 10종류의 서로 다른 시스템이 운영되는 결과를 초래하였다. 이는 도입과정에서는 프로젝트별 기술사양 결정 및 기본설계 기간/비용 과다 지출, 시스템의 설치비용 증가를 초래하였고, 운영 중에는 유지·보수 비용 증가, 부품의 호환성 결여로 인한 life-cycle 비용 증가, 상이한 시스템으로 인한 인력양성 문제 및 이중 투자 등의 부작용을 낳았다. 에이전트 및 멀티에이



그림 4. 에이전트기반 변전소자동화 시스템 구조



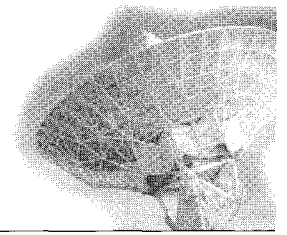
전트 시스템은 표준화, 개방화에 있어 많은 강점을 가지고 있으므로 변전소자동화용 IED 개발에 있어 Columbia의 실패를 해결할 수 있는 하나의 좋은 해답을 제시할 수 있다. 그림4는 에이전트기반의 변전소자동화 시스템 구조를 나타내고 있다.

에이전트 기반 변전소자동화 시스템에서는 계층적이고 분산적인 임무수행이 기본이다. 여기서 분산적 임무수행이란 각 에이전트들이 각자의 위치에서 각자의 국부적인 정보, 각자의 데이터베이스, 각자의 추론, 또는 연산기능을 이용하여 고유의 임무를 수행한다는 의미이고, 계층적 임무 수행이란, 혼자 힘으로 할 수 없는 일은 주변 에이전트의 도움을 얻어 해결하거나 아니면 상위 에이전트에게 맡기어 해결한다는 뜻이다. 기존의 계층제어 개념과 다른 점은 상위 에이전트가 동작하는 원인이 독자적 판단이거나 혹은 하위 에이전트의 요청에 의하며, 이러한 작업들

이 모두 자율적으로 이루어질 수 있다는 것이다.

### 2.3.2 적용방안

에이전트 기반 변전소자동화를 위해서는 기존의 각종 변전소 장비들의 지능, 자율, 적응형을 실현하는 복합 고기능 IED실현과 함께 자율적 고유임무수행 및 상호협조능력을 갖출 수 있도록 하는 에이전트화가 이루어져야한다. 이에는 각종 설비 감시 및 보호 에이전트, 전력품질감시 에이전트, 정보취득 에이전트, 통신 에이전트 등이 있다. 에이전트간 상호협조를 위하여 기존의 하드와이어 정보교환체계를 벗어나 프로세스버스, 스테이션버스 등 각 레벨 단위의 이중화된 네트워크화가 이루어져 프로세스 레벨, 베이 레벨 및 스테이션 레벨의 고신뢰, 고속 정보통신체계가 이루어지고 에이전트간 개별통신이 가능하여야하며, 각 에이전트가 갖는 응용 소프트웨어



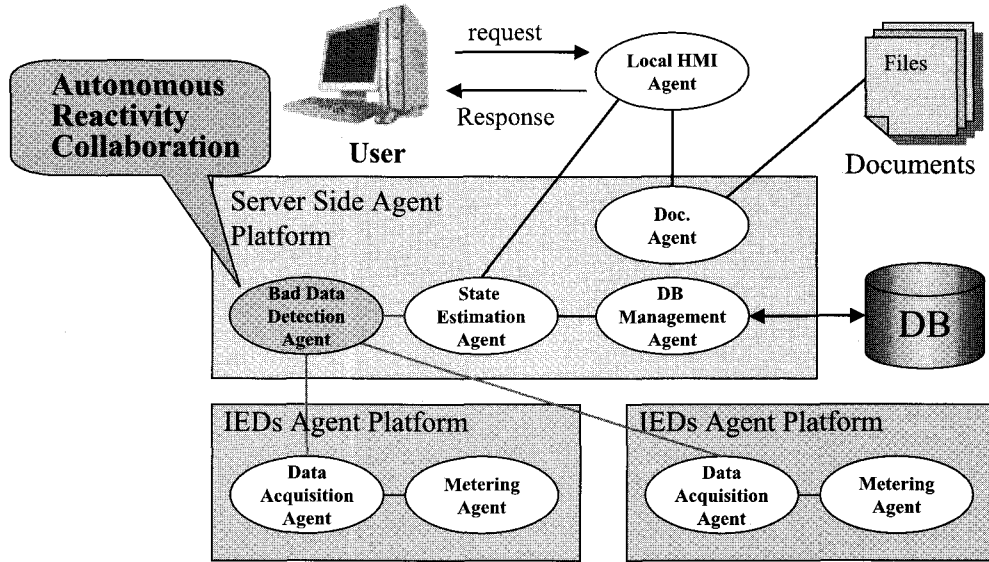
어 모듈과 통신모듈간의 의사 소통을 위한 에이전트용 통신언어(ACL)이 필요하다. 현재 국제적으로 시스템내 통신프로토콜로, 위 기능에 적합한 IEC61850이 주종을 이룰 것으로 전망되며, 이를 기반으로 한 ACL의 개발이 요구된다. 네트워크로 모든 에이전트가 연결되어있는 환경 하에서는 시스템내 어떠한 에이전트라도 네트워크내 모든 정보 취득이 가능하므로, 이로부터 기존 기능의 수월한 수행 및 많은 새로운 기능의 수행이 가능하여진다. 그리고 기존 변전소 운영시스템에서 활용되던 각종 소프트웨어 모듈들이 에이전트화 하면, 하드웨어에 독립적이고, 기능이 더욱 강화될 수 있으며, 전체 시스템에 유연성을 더할 수 있다. 데이터의 정확도를 확보하기 위하여 데이터 오류검출 에이전트 및 상태추정 에이전트가 필요하고, 경보발생시 이를 계통운용자가 발생문제의 파악에 도움이 되도록 경보의 압축을 하여주는 지능형경보처리 에이전트, 고장의 원인을 밝혀내는 고장진단 에이전트, 각종 계통운용 기록을 자동화한 기록 에이전트, EMS 나 DAS 등과의 지능적 연계를 담당하는 인터페이스 에이전트 등이 이에 해당한다. 그림 5에 보이는 웹 기반 감시체제에서는 위치에 구애받지 않고 계통감시가 가능한 환경을 보여주고 있다. IT기술은 그 발전 속도로 볼 때 변전소자동화에 큰 변화를 일으킬 것으로 예견된다. 앞서 기술한 웹 기술만이 아니라 가상현실기술, 음성인식기술과 멀티미디어를 연계한 계통운용자 환경이 특히 그러하다. 이는 현재 계통운용의 일부 문제에 있어 해당 에이전트들의 동작을 감시하고 제어하는 데에도 유용하게 이용이 될 수 있다. 열거한 일부 에이전트 외에 앞으로 많은 지능적이고 자율적인 에이전트의 도입으로 미래에는 계통운용 및 관리는 시간과 공간의 제약을 받지 않는 환경, 소위 '유비쿼터스 환경'으로 진입이 가능하며 이전과는

비교할 수 없는 고효율, 고신뢰를 기대할 수 있을 것이다. 앞서 에이전트 기술의 중요성으로 내세운 개방성을 변전소 자동화시스템 개발에 적용시켜보자. 앞에서 열거한 다수의 에이전트로 구성된 스테이션 레벨의 사용자 인터페이스 시스템에서 계통운용자가 계통의 상태정보를 요청 시, Local HMI 에이전트는 상태추정 에이전트에게 정보를 요청하고 상태추정 에이전트는 상태추정에 필요한 데이터를 데이터 오류처리 에이전트에 요청하고 데이터 취득 에이전트는 측정 에이전트로부터 계통 데이터를 전달받게 된다(그림8). 물론 각 에이전트는 이러한 필요에 앞서 미리 수시로 필요작업을 할 수도 있고 요청을 인지하여 작업을 할 수도 있는 자율성을 갖는다. 만일 이 시스템에 독립적으로 개발된 Bad Data Detection 기능을 가진 에이전트를 추가한다고 가정해 보자. 기존 개념의 SAS에서는 우선 주 프로그램에서 새로 추가되는 모듈을 호출하는 루틴이 추가되어야 하고, 기타 이 모듈에 입력을 주는 모듈, 이 모듈의 출력을 이용하는 모듈이 각각 제 기능을 수행할 수 있도록 대대적인 변경이 필요할 것이다. 그러나 에이전트 기반 시스템에서는 주위의 각 에이전트는 변화된 환경, 즉 새로운 에이전트가 추가되었음을 인식하여 각자가 서로 어떻게 협력하여야 하는가를 파악하여 작업을 수행하게 된다. 따라서, 새로운 환경 하에서는 상태추정 에이전트는 데이터 오류검출 에이전트로부터 정보를 받으며 데이터오류검출 에이전트는 데이터취득 에이전트로부터 데이터를 취득하게 된다. 이러한 일련의 과정이 모두 자율적으로 이루어짐은 물론이다. 이러한 에이전트 기반 시스템의 경우 변전소자동화 구축에 있어서 변화하는 미래기술발전예 대비한 시스템의 확장성과 유연성을 확보 할 수 큰 장점을 갖는다.





그림 5. 에이전트 기반 시스템의 확장성



## 2.4 결합극복형 IED 기술

### 2.4.1 개요

전력계통에 고장이 발생했을 때 이를 신속히 제거하지 않으면 광역정전으로 확대될 가능성이 있으므로 보호계전 기능을 담당하는 IED의 역할은 매우 중요하다. IED도 제작상의 결함이나 설비의 노화에 따른 자체 결함의 발생 가능성이 있으나 어떠한 경우에도 계통 보호기능은 지속되어야 한다. 계통 보호시스템은 어떠한 자체결함이 발생되더라도 이를 극복하고 보호기능을 지속하기 위하여 여러단계의 주보호와 후비보호기를 두고 있으며 전체를 2계열화 하기도 한다. 이것을 넓은 의미에서 시스템 차원의 결합극복기법이라고 볼 수 있는데, 이러한 방법은 각각의 디바이스를 이중화하는 것이므로 소요 비용이 크고 부동작의 가능성은 감소시킬 수 있지만 오동작의 가능성이 증가한다는 단점도 있다. 이번

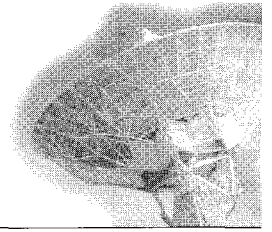
장에서는 기존의 변전소 구조에서는 불가능 하였지만 IEC61850 규격에 맞춘 새로운 변전소자동화 시스템에서 활용할 수 있는 새로운 개념의 결합극복형 IED 기술을 소개한다.

### 2.4.2 변전소 환경변화

결합극복형 IED 기술은 IEC61850 구조의 변전소자동화 환경 하에서만 적용이 가능하다. 기존 변전소 구조와 IEC61850 기반의 변전소 구조의 차이점에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

#### ○ Station bus

현재의 변전소 구조에서는 프로세스 레벨의 각종 측정치 및 접점신호와 보호계전기의 동작정보 등이 아날로그 신호로 하드와이어를 통하여 RTU에 전달되고 취합되어 상위로 전송하게 되어 있다. IEC61850 구조에서는 스테이션 컴퓨터와 배리레



벨 IED들이 Station Bus로 연결되어 네트워크를 통하여 데이터를 전송하게 된다.

○ Process bus

현재의 변전소 구조에서는 보호계전기에 신호양자화장치가 들어있고 스위치야드의 CT, PT에서 하드와이어를 통하여 아날로그 신호를 전달받아 디지털 신호로 변환하는 구조로 되어있다. IEC61850 구조에서는 차단기, 변압기 등의 CT, PT에 신호양자화장치를 취부하거나 Merging Unit에서 신호를 디지털로 변성한 후에 Process Bus 통하여 통신에 의해 데이터를 전달하게 된다.

○ Logical Node

IED 또는 전력설비가 제작회사가 다르더라도 표준화된 Logical Node를 통하여 데이터를 전송하므로 하드웨어의 구조에 관계없이 Logical Node Interface를 통하여 원하는 데이터에 접근할 수 있다.

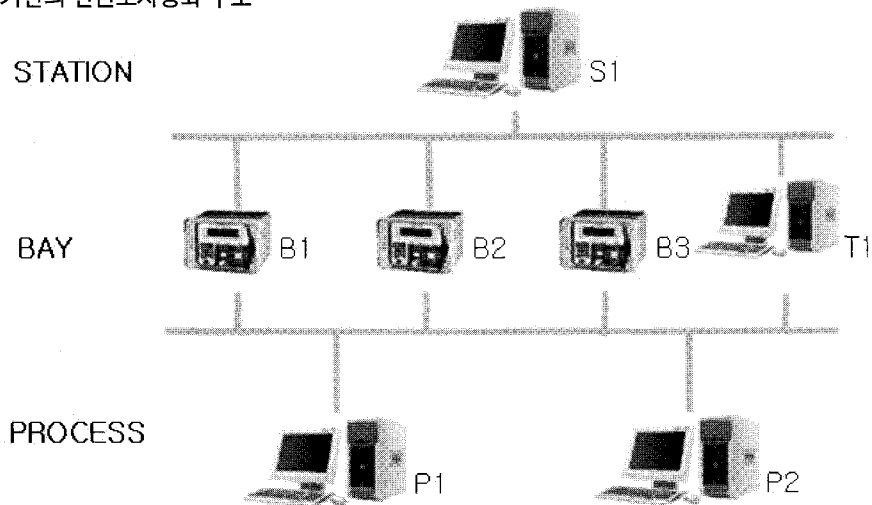
○ Substation configuration language

여러 제작회사에서 구매한 다양한 IED 및 전력설비를 쉽게 서로 연결하여 변전소를 구성할 수 있도록 변전소의 전기적 물리적 구조, 각 IED의 역할설정, 데이터의 흐름, 제어신호의 흐름 등을 XML기반의 언어로 기술하도록 되어있다. 이를 조작하면 데이터 및 제어의 흐름을 제어할 수 있다.

2.4.3 동작방법

그림 6에서 B1은 P1의 데이터를 사용하고 B2는 P2의 데이터를 사용하는 보호계전 IED로서 동작하고 있다. T1은 P1, P2가 전송하는 것과 동일한 구조의 데이터를 프로세스버스를 통하여 B1, B2로 전송하고 B1, B2의 계산결과를 스테이션 버스를 통하여 전달 받은 후에 미리 계산된 결과와 비교하여 B1, B2에 발생된 결함을 검출한다. 만약 B1에 하드웨어 결함이 발생했다고 하면 T1은 이를 검출하여 S1에게 통보한다. S1은 B1의 기능을 정지시키고 B1의 기능을 가진 소프트웨어와 정정치를 B3으로

■ 그림 6. IEC61850 기반의 변전소자동화 구조





이동 시키고, P1에게 B1으로 전송하던 데이터를 B3로 전송하도록 변경한다. 이렇게 함으로서 시스템의 관점에서 보면 B1의 하드웨어에 고장이 발생된 경우에도 지속적으로 P1, P2에 대한 보호를 지속할 수 있게 된다.

#### 2.4.4 호환성 및 실시간성

이러한 스킴을 실행하기 위해서 문제가 되는 것은 변전소 자동화 시스템에서 다양한 생산업체가 자신만의 하드웨어로 IED를 제작하기 때문에 보호계전 소프트웨어가 이동할 수 없다는 것이다. 이를 극복하기 위하여 버추얼 머신의 개념을 도입하였다. 각 업체의 IED가 버추얼 머신 인터페이스를 제공한다면 JAVA로 작성된 보호계전 소프트웨어가 어느 제작회사의 하드웨어에서나 동작할 수 있게 된다. 다음으로 문제가 되는 것은 인터프리터 방식의 자바 코드가 보호계전기에 요구되는 엄격한 실시간성을 만족할 수 있을까 하는 점이다. 이를 검증하기 위하여 리눅스의 리얼타임 코어에 버추얼 머신을 얹고 실시간성인 보호계전기 소스와 비실시간성의 다양한 소프트웨어를 동시에 실행하였다. 시

험결과 보호계전기 알고리즘의 수행시간이 샘플링 주기를 넘지 않는다면 다양한 소프트웨어가 동시에 실행되더라도 보호계전기 소프트웨어 실시간성을 확보할 수 있음을 확인하였다.

### 3. 결론

본 고에서는 변전소자동화 시스템용 IED를 개발하는데 필요한 기술들에 대하여 살펴보았다. 다양한 제작회사에서 개발한 상이한 IED들간의 상호호환성을 위하여 변전소자동화 시스템 국제표준 규격으로서 IEC61850이 자리잡을 것으로 예상된다. 우리나라의 전력기기 제작업체도 세계시장에서 경쟁하기 위하여 IEC61850기반의 제품 개발에 박차를 가하여야 할 때이다. 또한 세계기술보다 한발 더 앞서 나가기 위하여 에이전트 기술을 접목한 IED개발을 고려해 볼 필요가 있다. 분산인공지능을 기반으로 하는 에이전트 기술의 강점을 살리면 한차원 높은 유연성과 확장성을 가진 변전소자동화 시스템의 구현을 구체화 할 수 있을 것이다.