

지능형 설비 구축을 위한 감시/진단/제어 기기 개발

양항준,이준철,최인선,김성식,홍정기
(주) 효성 중공업 연구소

Development of Monitoring/Diagnosis/Control Device for intelligent equipment construction

Hangjun Yang, Junchol Lee, Insun Choi, Sungsik Kim, Jungki Hong
Hyosung Corporation R & D Center

Abstract - 변화, 발전하는 IT기술과 디지털 기술, 그리고 네트워크 기술 등에 따라 변전소의 운용 및 자동화 부문에 있어서도 적지 않은 변화가 일어나고 있다. 변전소의 건설 및 운용 면에 있어서도 예외가 아니며, 관련된 관심 사항으로는 시스템 구축 및 운용 시의 경제적인 측면, 시스템의 신뢰성, 그리고 유지보수 및 설비 관리의 효율성 등을 언급할 수 있다. 최근의 기술 추세는 Ethernet 통신 기반의 Network Device를 근간으로 하는 시스템으로의 변신을 주장하고 있으며, 세계 유수의 전력 설비 Maker에서도 이에 부응하기 위한 Network Device를 개발, 출시하고 있는 실정이다. 당소에서도 이와 같은 기술 추세에 부응하여 소위 미래형 변전소에서 요구되는 각종 ND의 개발을 추진하고 있으며, 그 첫 번째 결과물로 154kV GIS의 운용 시에 요구되는 각종 제어 및 감시를 위한 Digital Control Unit(이하 DCU)을 개발하였다. 두 번째로 이와 같은 DCU와 연계하여 기존의 Remote Control 기능을 구비하고 상위시스템과 연결되며 변전실내에서 운용되는 Remote Control Unit(이하 RCU)을 개발하였다. 마지막으로 예방진단 시스템과 관련하여 주요 전력 설비의 상태 정보를 취합하는 Serial 통신 기반의 Static Type의 Diagnostic Analysis Unit(이하 DAU)을 하나의 Network Device로 개발함으로써 감시, 진단, 제어 등의 요구기능이 일체화 된 네트워크 기반의 미래형 변전소 자동화 시스템 구축에 한걸음 다가가는 기반을 마련하였다.

1. 서 론

현대 사회에서의 IT 및 디지털 기술은 산업부문의 실용화, 상용화를 위해서는 빠질 수 없는 하나의 기초 기술이 되었다 해도 과언이 아니다. 나아가 네트워크 통신과 관련된 분야의 신뢰성도 그 가치를 높여가고 있는 실정이다. 이러한 기술 배경 하에서 시스템의 신뢰성과 안정성, 경제성, 운용의 편의성, 효율성을 고려하여 기존의 변전소 자동화 시스템에 있어서도 커다란 변화가 시작되고 있다. 이미 학계 및 산업계 일부에서도 언급되었듯이, 변전시스템의 자동화 및 디지털화에서 진일보한 Network Device 기반의 미래형 변전소의 실현이 그 변화의 핵심이라 할 수 있다. 이 분야의 기술 실현을 위한 많은 관련 기술들은 이미 확보되었다고 할 수도 있다. 하지만 시스템의 신뢰성 및 운용상의 많은 심각성이 잠재하는 변전소 부분에서의 기술실현은 누구나 조심스러울 수 밖에 없으며, 또 경제적인 부담도 적지 않은 부분이므로 접근하기가 쉽지 않은 분야라 할 수 있다. 본 소에서는 미래 산업 및 시장을 선도할 수 있는 기술의 실현을 위하여 그 첫 단계로 차단기 및 예방진단 분야에서의 Network Device를 개발하였다.

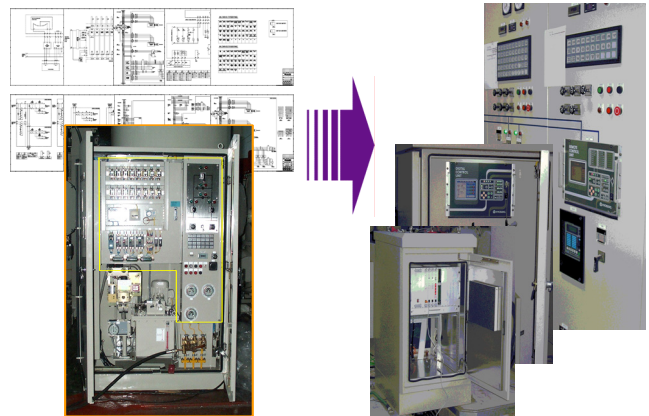
2. 본 론

2.1 NETWORK DEVICE

Network Device(이하 ND)는 미래형 디지털 변전소를 목표로 하는 설비로, Ethernet Back-Bone기반 하에 각종 설비의 제어 및 운용, 데이터의 취득 및 감시, 측정을 수행할 수 있는 보다 Upgrade된 IED라 할 수 있다. 당 소에서는 미래형 디지털 변전소의 구현을 목표로 변전소의 핵심 설비인 차단기 및 변압기를 대상으로 한 각종 계반 설비들의 디지털화 및 ND화를 추진하고 있으며, 이의 첫 번째 결과로 154kV급 GIS를 대상으로 하는 DCU를 개발하였다. DCU의 현장 적용을 위해서는 시스템 연계 및 데이터의 공유를 위한 계반 설비의 Network화가 뒤따라야 하며 따라서 변전실내에서의 원격(Remote) 제어를 비롯한 각종 Interlock 기능과 Annunciator 기능, 그리고 22.9kV이하 CB와 관련된 정보의 공유 및 운용을 담당하는 ND의 필요성이 요구 된다. 이를 위하여 개발된 것이 RCU이다. 그 외에 기존의 진단용 IED를 ND기반의 설비로 Upgrade하여 예방진단 시스템을 미래형 변전소 자동화 시스템으로 통합하기 위하여 개발된 것이 진단용 ND(Dynamic Type DAU)이다.

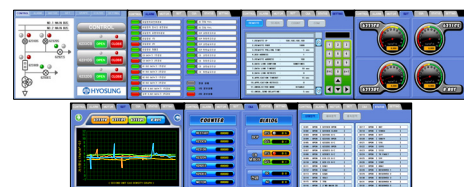
2.1.1 DIGITAL CONTROL UNIT(DCU)

현재 GIS의 운용을 위해서는 각종 관련 정보를 취합하고 조건을 판단하여 제어 기능을 수행하는 Local Control Panel(LCP)이 요구된다. 이는 관련 정보의 취합 및 수행 데이터의 전달을 위한 많은 결선과 조건 판단을 위한 복잡한 Sequence회로의 구비를 요구하며, 아울러 유지보수를 위해서는 설비 구성품에 대한 세부 지식과 많은 시간을 필요로 한다. 이에 Field상 LCP의 각종 기능을 분해, 디지털화하고 변전소 내부 네트워크 망을 이용하여 관련 시스템과 연계할 수 있도록 제안된 설비가 DCU이다.



<Legacy System : LCP> <Network Device>
<그림 1> NETWORK DEVICE 개념도

DCU는 주기능과 IO처리 기능을 각각 담당하는 2개의 16 bit 산업용 u-Processor를 기반으로 동작하며, 내부적으로 입력정보의 종류에 따라 DI, DO, AI, SIO(OPTIC) Module로 구성된다. 이외에 Network 연계를 위한 2개의 광 Ethernet 모듈과 WinCE 기반의 Display(Touch Screen) Module로 이루어져 있다.



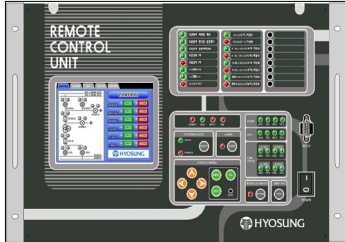
<그림 2> DCU의 기능

DCU의 주요 기능으로는 적용 대상 설비의 제어, 각종 경보 및 상태 감시, 주요 계측값의 Monitoring, Trend 표시, 관련 설비간의 통신 기능

(Remote, SCADA 등)과 각종 조건 설정등이 있다.

2.1.2 REMOTE CONTROL UNIT(RCU)

RCU는 DCU와의 통신을 통하여 Field상이 아닌 변전실 내(기존의 Remote 에 해당)에서 GIS의 상태 감시 및 제어를 수행하고, 각종 Interlock과 Annanciator기능 및 22.9kV 이하 CB의 제어 기능등을 겸비하는 Network Device이다. DCU와 마찬가지로 기존 시스템의 여러 제어 판별 상에 산재해 있던 각종 Sequence들을 통합, 디지털화하고, 일부 필요 정보는 네트워크와 연계된 ND로부터 수수하며, 자체 보유 Logic을 통하여 부여된 책임 기능을 수행한다. RCU의 내부 구성 및 기능은 DCU와 유사하며, Display 항목으로 기존의 Annanciator를 대체하는 LED 표시부를 추가하였다.



<그림 3> RCU의 기능

<표 1> DCU/RCU HARD WARE 사양

Section	Specification	Remark
CPU	CPU 16bit Processor × 2ea (MAIN/IOM)	
Memory	8MB SRAM, Battery-Backup	
Communication Port	Host Communication Port: 2 Port - Optical Ethernet (10Base-T), Multi-Mode/SC Type DCU Communication Port: 2 Port - RS232 to Optical Fiber, Multi-Mode/ST Type DAU Communication Port: 1 Port - RS232 to Optical Fiber, Multi-Mode/ST Type MDCM Communication Port: 1 Port - RS232 to Optical Fiber, Multi-Mode/ST Type Maintenance Port: 1Port - RS232(RXD, TXD, GND), D-SUB 9Pin Male Type	
Digital Input	Optical Isolated Input: 32 Point De-bounce Time: 1ms ~ 100ms (1ms Step)	현장기기 Dry Contact
Digital Output	External Relay Isolated Output: 24 Point (Trip/Close) Relay On-Time: 100ms ~ 2500ms (100ms Step) Control Type: Pulse-on	
Analog Input	Differential Input: 12 Channel (Internal 2 Channel) Input Signal Range: 4mA to 20mA Resolution: 16Bit Sample Rate: 5KHz	
Display	6.4" TFT LCD, Back-Light Control Resolution: 640 x 480 Operation Temperature: 0°C ~ 50°C Option: Touch Screen	

2.1.3 DIAGNOSTIC ANALYSIS UNIT(DAU)

기존의 시스템은 수많은 데이터 포인트의 처리를 위하여 구성상 전력 감시제어부와 예방진단 시스템이 이원화되어 운용되는 경우가 많았으며, 상위 레벨에서의 데이터 공유만으로 구성되는 예가 대부분이었다. 이를 위해서는 데이터 처리를 위한 수준별 설비가 요구되었고, 따라서 운영뿐만 아니라 설비 관리 및 유지 보수 측면에서도 많은 시간과 비효율적인 측면이 산재할 수 밖에 없었다. 따라서 발전하는 기술에 부응하여 변전소의 효율적인 운영을 위한 시스템의 Upgrade와 하나의 네트워크상에서 시스템 데이터의 자유로운 공유를 위한 기존 IED들의 Upgrade가 요구되었다. 이와 같은 필요성에 부응하여 기존의 개별 IED로 개발되었던 DAU를 Upgrade하여 하나의 ND로 개발하였다. DAU는 154kV이상 765kV까지 GIS 및 MTR과 관련된 설비 상태정보를 실시간으로 취합하여 상위 시스템으로 전송해주는 진단 분석 장치이다. 기존의 DAU는 Serial통신 기반의 개별 IED로써 특정 데이터의 취득용으로 국한되었는데 이번엔 개발된 DAU는 IO의 확장이 가능하고, 고유의 IP로 Network상에 연계할 수 있어 기존 예방진단 시스템의 유연성 제고 및

시스템 통합화에 기여할 수 있는 제품이다.

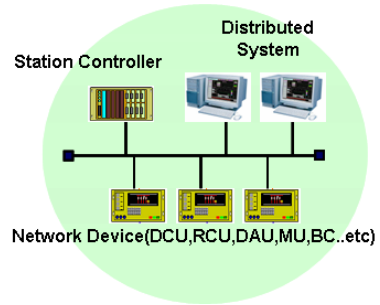


<그림 4> DAU의 구성

본 DAU는 여러가지 기능 모듈로 구성되며, 필요에 따라 Flexible 한 구성이 가능하다. 개발된 기능 모듈들은 설비에 장착되는 센서의 출력특성을 고려하여 차단기 동작특성 전용 모듈(ADU), 각종 Status 정보 처리 모듈(DIM), Analog 정보 처리 모듈(AIM), 통신 데이터 수신을 위한 Serial 통신 모듈(SIO)로 구성되며, 앞서 언급된 DCU, RCU와 함께 보호 계전기등급 이상의 EMC Test를 통과하였다.

2.2 기대 효과

Network Device는 기존 Hard Wired 기반의 복잡한 변전소 구성을 Network 기반의 통합시스템으로 전환함에 있어 반드시 필요한 Base Device라고 할 수 있다. 이는 Ethernet Back-Bone을 기반으로 한 데이터의 처리를 통하여 각종 설비의 제어 및 운용, 감시, 계측은 물론 설비의 유지 보수 및 관리에 있어서도 보다 효율적이고 효과적인 운용을 가능하게 한다. 기능적인 측면에서도 무인화 변전소의 구현에 요구되는 각종 기능을 구축함에 있어 경제적인 Solution을 제공할 수 있다. 따라서 늘어나는 전력 수요를 고려할 때 전력 시스템의 운용과 이를 통한 부하의 효율적인 관리등을 위해서는 반드시 실현되어야 할 부분이라고 판단된다.



<그림 5> ND 기반의 시스템 구성

3. 결 론

현재 Network분야의 표준 Protocol로 대두되고 있는 것은 IEC61850 기반의 표준 사양이다. 개발된 Network Device들은 3년전 초기 설계시 Ethernet 기반의 DNP3.0으로 설계되었고, 따라서 현재의 표준에 부응하기 위한 Upgrade작업이 요구된다. 이에 당사에서는 DCU를 Upgrade한 IEC61850 기반의 Bay Controller를 개발 중이며, 변압기 부분에서도 차단기 분야에서도 같은 Network Device인 Local Unit이 개발중에 있다. RCU는 Remote부분에 있어 각종 Interlock과 Annanciator 기능을 보유한 Data HUB 역할을 담당하게 될 것이고, 이의 Upgrade를 통하여 LU와 DCU간의 Interface까지 고려된 시스템의 구축이 가능하게 될 것이다. 따라서 Ethernet 기반의 미래형 변전소 자동화 시스템은 이제 미래형이 아닌 당면한 현실이라고 해도 과언이 아니라 생각된다. 현재 당사에서 개발된 ND는 자사 계열 공장등에 설치되어 장기 신뢰성 확보를 위한 시험중에 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] IEC 61850, Communication Networks and systems in substations, 2003
- [2] 김성식의, "Reliability-centered Maintenance 기반의 전력설비 관리 시스템 설계" 대한전기학회 하계학술대회 논문집, A권 p464-465, 2006
- [3] 정영환의, "154kV급 실증시험용 인텔리전트 변전소 구축", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, A권, p456-457, 2006