

국산개발 DCS시스템 기술동향 및 구조분석

이 주 현, 김 응 석, 김 관 행
전력연구원 시스템통신연구소, 북제주화력발전소

Technological and Architectural trends of a domestically developed DCS sys

Joo-Hyun Lee, Eung Seok-Kim, Kwan Hang-Kim
Korea Electric Power Research Institute(KEPRI), Bookjeju Fossil Plant

Abstract - The distributed control system consists of PCS(Process Control System), OIS (Operator Interface System), Communication Network and EWS(Engineering Workstation). This paper describes the system structures and the technological trends of domestically developed distributed control system (DCS).

1. 서 론

분산제어시스템(Distributed Control System)은 최근 마이크로 프로세서를 중심으로한 반도체 및 컴퓨터분야 등의 눈부신 발전을 근간으로 제어시스템이 디지털 시스템화하면서 분산화 개념을 적용한 것으로 1970년대 마이크로 프로세서 출현이후 단일루프 제어기들을 결합한 디지털 분산제어시스템의 초기형태가 개발되었으며 1980년대 들어서 16Bit, 32Bit등의 고성능 마이크로 프로세서를 이용한 다기능 제어기로 구성된 분산제어 시스템이 개발되었다. 최근의 발전소는 설비용량의 증대로 프로세스가 복잡화됨으로서 다중변수제어, 응답속도 개선, 실시간 제어 등이 요구되고 있다. 그러나 과거의 제어시스템으로는 이를 실현하기가 불가능하여 보다 강력한 계산능력, 진보된 제어알고리즘, Batch Control 기능 등을 가진 분산제어 시스템을 적용하고 있는데 이러한 제어시스템의 고장으로 발전소가 정지할 경우 경제적, 사회적 손실이 크므로 신뢰성이 높은 제어시스템을 적용하는 것이 매우 중요하다. 현재 발전소의 제어시스템이 고도의 신뢰성을 요구하고 있고, 국내에 관련기술의 취약성으로 인하여 디지털 분산제어 시스템(DCS)은 Bailey, ABB, Simens 등과 같은 선진외국의 시스템 기술에 의존도가 높은 실정이다. 현재 국내 DCS 분야에는 외국사와 합작으로 설립한 회사, 하드웨어를 외국에서 가져와 어플리케이션 소프트웨어를 만드는 회사, 그리고 자체적으로 국산화하여 개발하는 회사가 있다. 최근 전력연구원이 주관하는 생산기술 개발과제 "발전용 보일러 제어시스템 설계 및 제조기술 개발" 연구과제를 통해 국내 산업체(LG산전, 삼성전자, 현대중공업)들의 발전소 제어시스템의 국산화 노력으로 국내 독자기술로 DCS개발을 위한 기반이 조성되고, 개발된 국산 DCS시스템이 상수도 및 수처리설비 뿐만아니라 발전플랜트에 적용되어 운전됨은 다행한 일이라 하겠다.

본 논문에서는 자체적으로 디지털 분산제어 시스템 개발에 참여한 3개사 시스템을 중심으로 국산 DCS의 기술동향을 살펴보고, 각사의 System Configuration, Data Communication Structure, Man Machine Interface 구현방법 등을 비교 분석하여 향후 국내 고유모델의 DCS 개발의 기본방향으로 제시하고자 한다.

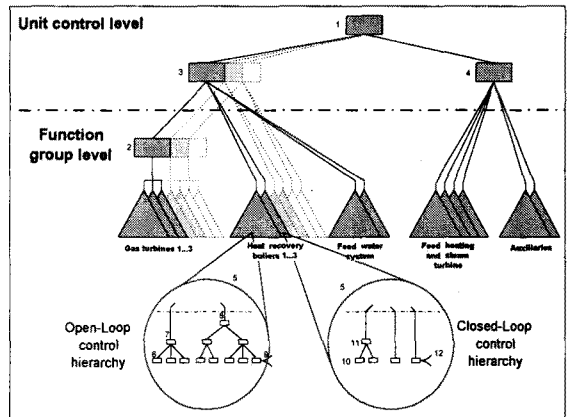
2. 본 론

2.1 발전소 제어구조

최근 발전소의 제어계통은 분산제어방식을 채택하여 발

전소 전체 공정의 감시 및 제어기능과 정보기능을 효율적으로 수행하기 위해 그룹제어 및 기기제어등 두 가지 등급의 제어기능을 갖도록 설계되며 제어구조는 분산된 계층적 구조를 이루고 있는데 (그림1)과 같이 3개의 기능레벨을 갖는다.

1. Unit Control Level
2. Function Group Control Level
3. Drive(Device) Control Level



- 1 Control program at unit control level
- 2 Gas turbine control program
- 3 Control programs for heat recovery boiler and feed-water supply system
- 4 Control program for steam turbine, including feed heating and condensation
- 5 Control hierarchy of automation islands
- 6 Drive unit level
- 7 Drive group level
- 8 Function group level
- 9 Protection functions
- 10 Drive control level
- 11 Main group control level
- 12 Control loop override functions

(그림1) Hierarchical control structure of c.c plant

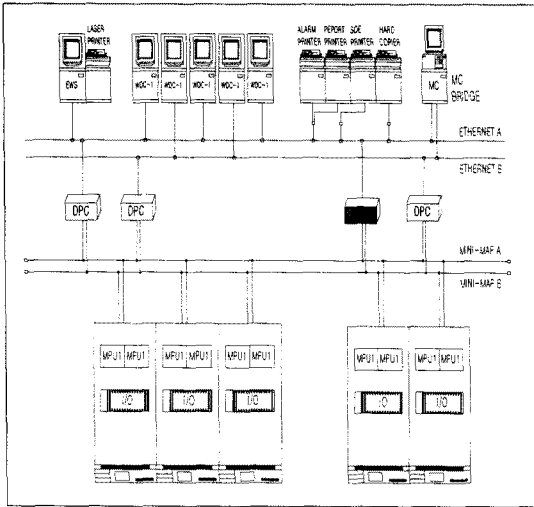
2.2 Master P-3000 DCS System (LG산전)

계층적 Communication구조를 가지고 있는 분산제어시스템으로서 시스템의 구성은 크게 Data수집 및 작성된 프로그램에 따라 플랜트의 제어를 담당하는 RCS (Remote Control Station), 운전원의 감시 및 조작을 담당하는 OIS(Operator Interface Station), 엔지니어링 태이터의 생성 및 수정을 행하는 EWS(Engineering Work-station)로 대체적으로 선진 외국 및 국산개발의 타 시스템과 유사하며 각 기능 및 주요특징으로는 다음과 같은 것들이 있다.

- RCS : 제어부인 MPU(Main Process Unit) Shelf, 입·출력부인 I/O Shelf, 입·출력 처리부인 Interface Shelf로 나뉘며, 수집한 현장데이터에 의한 제어 및 연산을 수행한다.
- OIS : 감시 및 제어조작을 담당하는 운전원 전용의 WDC(Workstation Display Center)와 RCS로부터 수집된 데이터 처리, 저장 및 각종 보고서의 출력기능을 수행하는 DPC(Data Processing Center)로 구성된다.
- EWS : 제어로직 설계, 운전조작 화면 및 데이터베이

스 구축, 파라메타 튜닝, 각종 계산식 처리 기능 등의 엔지니어링 작업을 수행한다.

Master P-3000 System의 주요특징으로는 운전원 전용의 감시제어반(WDC)과 데이터 처리반(DPC)으로 기능별 시스템을 분리 구성하여 통신부하를 최소화하고 CPU의 부하를 분산처리 하였고, 상위 Computer와의 연계를 위한 MC(Management Computer)를 별도로 두어 DPC에서 생성되는 데이터베이스 내용을 주기적으로 갱신하여 상위 Computer에 데이터를 제공한다.



(그림 2) System Configuration(Master P-3000)

(그림 2)의 시스템 구성도에서 보듯와 같이 시스템의 통신방식은 Dual Network이 사용되는데 OIS와 RCS간에는 공장 자동화용 프로토콜인 Mini-Map방식의 LG-NET으로 리얼타임 처리가 가능하며, RCS에서 발생되는 현장의 데이터를 상태 변화시만 보고되는 Exception Report방식으로 대규모의 시스템에서 통신의 혼잡을 피하고 대용량 고속 데이터 수집이 가능하도록 되어있다. OIS내의 WDC, DPC, EWS와 상위컴퓨터와의 접속에는 범용의 TCP/IP 프로토콜이 사용된 Ethernet을 사용하여 시스템의 확장과 타 시스템과의 접속이 보다 용이하며, 이와 관련한 통신 Network의 사양은 아래와 같다.

항 목	LG-Net	Ethernet
준거 규격	IEEE 802.4	IEEE 802.3
PROTOCOL	Mini-Map	TCP/IP
제어 방식	Token Passing	CSMA/CD
접속NODE	32ST(최대128ST)	1,024
전송 거리	800M(최대 4Km)	500M(최대2.5Km)
전송 속도	10MBPS	10MBPS

2.3 Space-3000 DCS System(삼성전자)

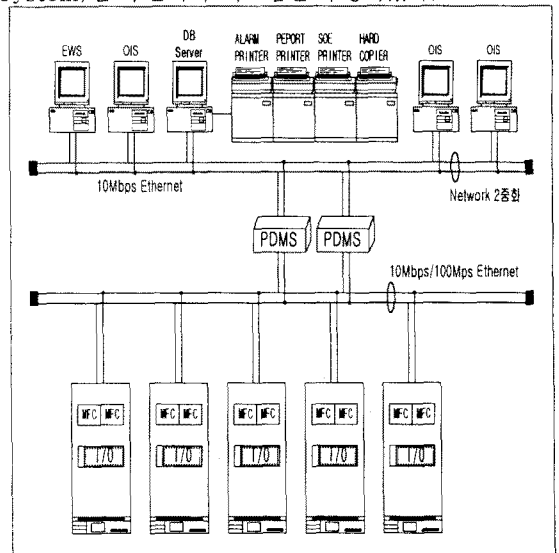
계층적 구조와 분산구조를 혼합한 형태를 취하는 일반적인 분산제어시스템의 형태와 기능을 갖는 시스템으로 시스템 구성은 크게 Process의 PID Loop제어, 순차제어, Data수집 등의 역할을 담당하는 PCS(Process Control Station), 중앙제어실에서 공정(Process)제어와 상태감시를 실시간으로 가능하게 하며, 자료분석을 위한 Data의 저장, 관리를 수행하는 PMS(Process Management Station)으로 구분된다.

- PCS : 제어연산, 자체진단, 고장처리, 이중화 관리 운전명령처리, 데이터처리, 모듈간의 데이터 전송기능을 수행하는 MFC(Multi-Function Control) 부분과

변환, 신호조정 등의 프로세스 신호의 입출력 기능을 담당하는 PIU(Process Interface Unit)부분으로 나누다. PIU에서 수집된 프로세스 입출력 데이터들을 MFC로 보내어 실시간으로 제어연산을 수행한후 제어신호를 다시 I/O 시스템으로 보내 밸브 및 구동기기를 통해 제어를 담당한다.

- PMS : DCS에서 MMI(Man Machine Interface)를 담당하는 부분으로 그래픽 화면을 통해 감시 및 제어 조작을 담당하는 OIS(Operator Interface Station)와 데이터 베이스를 구축하고 관리하며, EWS와 OIS에 PCS 관련 운전 데이터를 제공하는 DB-Server, 하드웨어 구성 및 상태관련정보, 공정제어에 필요한 제어 로직을 프로그램하고 다운로드 하는 등의 엔지니어링 작업을 수행하는 EWS로 구분된다.

Space-3000 DCS System의 주요특징으로는 모든 공정에 대한 데이터를 관리하고, 데이터 하이웨이들간의 인터페이스를 담당하는 DBMS(Data Base Management System)와 현장 프로세스의 데이터를 하위로부터 수집하여 상위로 올려보내고, 상위에서의 제어명령을 하위로 내려보내는 역할을 담당하는 PDMS(Process Data Management System)을 구분하여 시스템을 구성하였다.



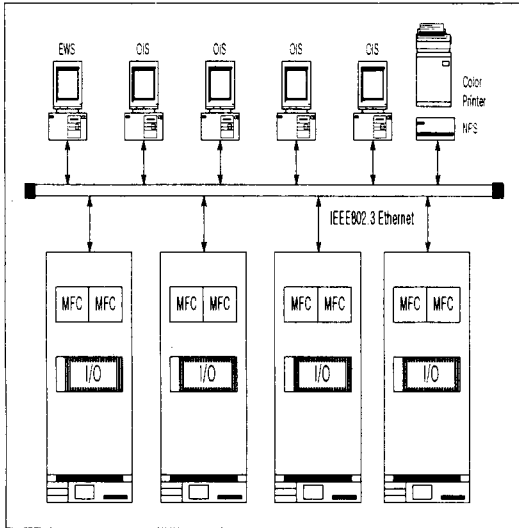
(그림 3) System Configuration (Space 3000)

시스템 통신방식으로는 EWS, OIS, DB-Server의 상위 시스템끼리의 통신방식으로 Ethernet이 이용되고, PCS끼리의 통신에는 Mini-Map이 사용되며, PCS와 DB-Server간의 데이터 통신은 Gateway를 통해 이루어진다. Gateway는 Mini-Map 프로토콜을 Ethernet으로 변환서 PCS의 운전관련 데이터들을 DB-Server 등에 제공하며 TCP/IP를 이용하여 Computer를 비롯한 타 시스템의 인터페이스를 행한다.

2.4 Hi-Max DCS System(현대중공업)

Hi-Max System은 크게 상위시스템, 하위시스템 및 네트워크로 구분할 수 있다. 상위시스템은 OIS와 EWS의 기능을 수행하는 시스템의 조합으로서, 주로 Workstation, X-terminal 및 PC등이 이용된다. OIS의 기능으로서 그래픽, Alarm, Trend, Report 등의 기능이 제공되며 EWS는 Function Editor, Alarm Configurator, Trend Configurator 등의 기능이 제공된다. 하위 시스템은 직접적인 제어기능을 수행하는 장치로 마이크로 프로세서(MC68040)와 각종 I/O Module들이 내장된 PCS가 이용된다. PCS는 고속의 마이크로 프로세서를 채용하여 각종 제어, 연산의 기능을 수행하고 상위시스템과 데이터 교환을 담당하는 ICM(Intelligent Control Module)부, ICM으로부터

직접 제어명령을 받아 현장 계기들에 대한 입·출력제어(I/O Scanning)를 담당하는 I/O Controller부, 현장 신호를 I/O Controller에 접속하기 위한 Terminal부로 나누어지며, ICM부와 I/O Controller부 사이에 현장의 입·출력장치와의 통신수단으로 HD-BUS라고 하는 고유의 필드버스가 제공된다. 상위 시스템과 하위 시스템과의 정보교환을 위하여 제공되는 네트워크로서는 범용으로 신뢰성과 확장성을 인정받고 있는 IEEE 802.3 규격의 Ethernet을 채용하고 있다. 기본 네트워크로서 TCP/IP의 UDP Socket 통신을 이용하여 상위시스템과 하위시스템간의 데이터 교환이 이루어 지고 있다.



(그림 3) System Configuration (Hi-Max)

2.5 기술동향 및 고려사항

발전소 I&C(Instrument & Control)분야는 설비를 제어, 관리, 보호하는 중추적인 역할을 담당하는 분야로서 그 기술의 중요성이 날로 증대되고 있다. 그동안 관련기술 취약하여 해외 의존도가 높은 DCS시스템의 국산화는 꾸준한 연구개발을 통해 수처리, 화학, 철강공정 등 산업현장의 공정제어 뿐만 아니라 서울화력, 복제주화력발전소, 전력연구원의 시험연소로의 제어시스템 등에 적용되어 운전되었고, 국산개발품의 취약부분이었던 시스템의 신뢰도 검증과 발전용 보일러의 프로세스 제어 알고리즘의 제어시스템 응용을 통한 실용화를 최종목적으로 호남화력발전소 제어시스템 적용을 목표로 현재 진행중에 있다. 일반적으로 컴퓨터 기술이 하드웨어 중심에서 고부가가치의 소프트웨어 중심으로 급속히 이동하는 것과 마찬가지로 DCS 시스템에서의 기술발전의 추세는 아래와 같이 요약할 수 있다.

2.5.1 Open Architecture

실질적인 접속표준을 제공하는 컴퓨터 하드웨어 및 운영체제와 통신환경의 표준화는 특정회사에 의존하지 않고 운영체제나 소프트웨어의 호환성을 제공한다. 따라서 국제 표준에 의한 개방형 하드웨어, 운영체제 그리고 통신방식의 통일은 표준규격하에서의 기술발전이 가속화될 전망이며, 현재 DCS 제작업체들의 일반적인 하드웨어 및 소프트웨어 표준화 방향은 아래와 같다.

- 주컴퓨터 기종이 Workstation에서 고성능의 PC로 변하여 가고있는 추세임.
- 운영체제(O/S)가 현재는 Unix이나 Window NT는 Window 95로 교체되고 있는 추세임.
- 각 업체별 특성화된 시스템에서 Excel/Oracle 등의 표준 데이터베이스 관리프로그램 채택

2.5.2 시스템의 신뢰성 제고

발전소 제어시스템의 고장으로 발전소가 정지할 경우 막대한 경제적, 사회적 손실이 발생하게 된다. 다중 프로세서(Multi-Processor)에 의한 제어, 소프트웨어의 다중성(2중 및 3중의 Redundancy)을 유지하여 신뢰성(Reliability)과 가용성(Availability)을 더욱 향상시켜 나가고 있다.

2.5.3 통신규격의 표준화

발전소 DCS제어에 있어서 제어정보의 집중화와 실시간 처리구현을 위한 기능을 위하여 고속통신이 요구되는데 DCS의 Network System은 대부분 국제 표준규격인 Ethnet (IEEE802.3), Mini-Map (IEEE802.4)을 채택하고 있다.

2.5.4 필드버스(Field Bus) 개발

기존의 4-20mA의 아날로그 신호대신 디지털 신호를 이용한 현장기기와의 통신을 위해 개발된 필드버스는 도입후 배선절약에 의한 비용 절감효과 및 양방향 통신에 의한 시스템 운용 및 유지보수에 소요되는 간접비용의 절감효과에 의한 장점이 있다. 필드버스의 적용이 늦어진 주된 이유는 제작사에 무관한 개방표준을 채택하기 어렵기 때문이었으나 현재 Profibus, Bitbus, FTP 등의 표준안에 대한 연구가 활발히 진행중이다.

2.5.5 국산 DCS개발시 고려사항

현재 대두되는 DCS의 기술추세는 운영체제나 Interface가 표준화된 개방형 구조의 DCS 시스템 구현과 현장계기와의 실시간 통신을 위한 필드버스(Field Bus)네트워크 시스템 개발로서, 향후 국산 DCS시스템의 개발 기본방향은 다음과 같은 것으로 요약할 수 있겠다.

- 다중 Processor에 의한 제어, 통신Network 및 전원계통의 완벽한 이중화 구현을 통한 신뢰도 확보
- 시스템의 확장, Up-Grade, 대체가 가능하고 용이한 개방형 구조의 시스템 채택
- 사용이 편리하고 기능이 다양한 운용자 편의위주의 MMI(Man Machine Interface) 구축
- 전문가 시스템을 적용한 효율적인 고장진단 시스템으로 발전소 가동율의 증대

3. 결 론

본 논문에서는 산업현장과 발전플랜트에 적용된 국산개발 DCS시스템의 구조와 기술동향 및 개발시 고려사항을 기술하였으며, 각 사의 부시스템에 대한 자세한 고찰은 다음으로 미룬다.

(참 고 문 헌)

- (1) "발전용 보일러 제어시스템 설계 및 제조기술 개발", 최종보고서(LG산전, 삼성전자, 현대중공업), 전력연구원, 1996.5
- (2) 김용석 외 "발전소에 적용된 DCS 기술동향 및 구조분석" '97학계 학술대회, pp. 651-653, 1997.7