

북제주화력 발전제어설비에 대한 최적 DCS 개발

이주현*, 정창기*, 류홍우*, 김관행**

*전력연구원, **북제주화력발전소

Development of Optimal DCS in Bookjeju fossil Plant Control System

j.h.Lee*, c.k.Jung*, h.w.Rhew*, k.h.Kim**

*Korea Electric Power Research Institute, **Bookjeju Fossil Plant

Abstract - This paper presents the development of Distributed Control System for Bookjeju fossil plant. The original analog control system for the power plants has a complex and large-scale structure in their hardware configuration and much difficulties have been experienced for maintenance due to lack of original components.

This system connects three different control systems in Bookjeju fossil plant by one network.

The result shows that optimal Distributed Control System has standardization of control system, effective operation management, and convenient maintenance of power plant.

1. 서 론

발전소의 자동화는 최근 급속히 발전되고 있는 전자기술과 소프트웨어 기술에 힘입어 더욱 고도화되고, 복잡화 되어감에 따라 고장발생의 요인도 증가되고 있으며 고장발생시 발전소 정지에 따른 경제적, 사회적 손실이 늘어나게 되어 이에 대한 대책이 매우 중요하다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 계층화된 고기능 분산제어 방식의 채택, 이상진단기능 및 MMI(Man-Machine Interface)기능의 충실화, LAN(Local Area Network)전송방식등 최신 기술이 적용된 제어설비의 설치 필요성이 높아졌다. 그러나 장기간 운전된 국내발전소들은 공기식 또는 구형의 전자식 제어 시스템으로 구성되어 있어 규모가 매우 크고 복잡한 뿐만 아니라 노후화되어 설비 교체가 시급히 요구되고 있다. 그러나 대부분 외국기술 및 제품에 의존하여 왔고 기존의 아날로그 방식의 설비들이 노후화하여 보수유지와 부품 수급에도 상당한 어려움이 있으며, 제작사의 생산중단 및 기종 변경으로 예비품의 확보가 어렵고, 가격도 고가로 외화지출이 많으며 시스템간의 호환성도 없는 실정이다.

본 논문에서는 서로 다른 3종(기력, 내연, 가스터

빈)의 복합적인 발전설비의 형태로 제주지역의 전력공급을 담당하고 있는 북제주화력 발전소의 기존 아날로그 제어시스템들을 최신 디지털 분산제어 시스템으로 교체하여 발전소의 제어설비를 최적화 하였다.

서로 다른 3종의 발전제어설비를 사용함에 따라 기존의 아날로그 제어방식으로는 제어방식의 통일성 결여, 이종 설비간의 제어신호 공유가 힘들고 사고 발생시 신속한 처리가 어려운 상황이었다. 북제주화력 발전소에 적용된 디지털 분산제어 시스템은 3종의 발전제어설비를 동일한 Network으로 연결하여 통일된 제어방식으로 운전을 가능하게 하였으며 원격지에 설치된 발전설비를 중앙에서 실시간으로 원격조작하며 감시할 수 있게 하였다. 또한 서로 다른 발전설비의 기동, 운전, 정지에 관한 비교, 분석을 통하여 변화하는 전력수요에 대한 최적운전이 가능하며 제어부, 통신부, 중앙처리장치에 대한 이중화 구현으로 높은 신뢰성을 실현하였다.

2. 본 론

2.1 북제주화력 발전소 설비현황

가. 기력 : 10Mw * 1기

| 설비별 | 제작사 | 준공일 | 비고 |
|---------|----------|--------|----|
| BOILER | 한국중공업 | '82. 2 | |
| TBN&GEN | FUJI(일본) | '82. 2 | |
| 주제어설비 | FUJI(일본) | '82. 2 | |

나. 내연력 : 5Mw * 8기

| 설비별 | 제작사 | 준공일 | 비고 |
|---------|-------------|------------|----|
| ENGINE | NIGATAI(일본) | #1-3:'84.8 | |
| TBN&GEN | FUJI(일본) | #4:'85.4 | |
| 주제어설비 | 금성, 우진 | #5-8:'86.7 | |

다. 가스터빈 : 55Mw * 3기

| 설비별 | 제작사 | 준공일 | 비고 |
|--------|-----------|----------|--------|
| ENGINE | UTI(미국) | #1:'89.6 | 울산:'77 |
| GEN | BRUSH(영국) | #2:'91.6 | 울산:'77 |
| 주제어설비 | H.S(미국) | #3:'94.6 | 부평:'77 |

2.2 시스템의 구성

시스템의 기본구성은 워크스테이션급의 하드웨어를 이용한 대규모의 DCS를 모델로하여 CCS(Central Control Station)에는 WDC(Workstation Display Center)와 DPC(Data Processing Center)로 기능별 시스템을 분리구성하며, 엔지니어링을 위해 EWS(Engineering Workstation)를 구성하였다. 또한 시스템의 신뢰성 확보를 위해 PCS(Process Control Station)의 MPU(Main Process Unit) 이중화 및 통신회선 이중화도 구현 하였다. DPC는 WDC에서 요구하는 그래픽 표시정보를 생성, 전달하는 기능을 수행하며 Mini-Map 보드를 통하여 PCS에서 발생하는 현장상태 데이터를 상태 변화시만 보고되는 Exception Report방식으로 통신하여 대용량 고속데이터수집이 가능하게 되었다. WDC는 멀티윈도우를 구현하여 한 모니터에서 여러화면을 동시에 감시할 수 있어 관련된 발전계통의 운전을 보다 용이하게 할 수 있다. 엔지니어링 전용의 EWS는 시스템 운전과 별도로 각종 엔지니어링 작업을 할수있고 파라메타 튜닝, 데이터 분석 등의 기능이 추가 되었다. 주변장치로는 3대의 프린터와 1대의 하드카피가 네트워크상에 접속된다.

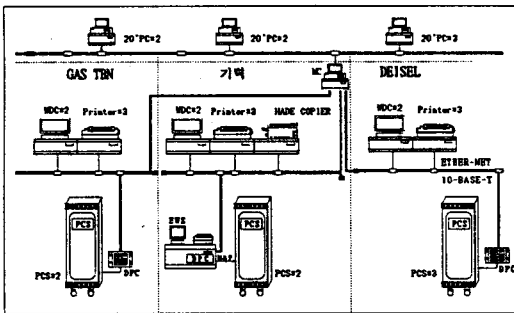


그림1. 시스템 구성도

2.2.1 시스템의 특징

범용의 UNIX를 사용하고 하드웨어의 구조, 시스템 버스 및 통신 네트워크에 대하여 국제 표준 규격을 적용하므로써 개방화를 실현하고 각 워크스테이션을 기능별로 분리하고 클라이언트-서버 개념을 도입, 시스템을 구성함으로써 시스템에 대한 효율적인 운영이 가능하도록 하였는데 주요 특징은

가. 개방형 구조의 시스템 구성

- VME BUS System 채택
- Unix Based O/S 채택(SUN O/S, Solaris)
- 표준통신 프로토콜사용(Ethernet, Mini-Map)
- 표준 그래픽 환경인 X-Window System사용

나. 시스템의 확장성 및 경제성

- 소규모 구성에서 대규모 시스템 구성가능
- 기능용량(Tag DB, Trend, Log크기 등)을

S/W 수정없이 구현 가능

다. 시스템의 신뢰성

- 통신회선 이중화(Dual Map 보드 사용)
- OIS(Operator Interface Station) 시스템 분리구성(WDC, DPC) 및 DPC 이중화 구현
- PCS 제어처리기능 갖는 MPU Shelf이중화

라. 시스템의 고속성

- Exception Report방식의 고속통신 처리
- 고속 Data Base처리 전용의 DPC, WDC의 분리구성으로 통신부하의 최소화

2.3 OIS System 구성

OIS는 DCS운전중, 오퍼레이터를 위한 감시 및 제어조작과 PCS로부터 수집된 데이터 처리를 담당 하는 스테이션이다.

OIS는 기능적 필요에 따라 디스플레이 및 제어조작을 담당하는 WDC와 데이터베이스 처리를 담당하는 DPC, 제어프로그램, 그래픽화면 등의 엔지니어링 데이터를 작성하기 위한 EWS 등으로 분리 구성되어 있으며, 프린터와 하드카피 등과같은 주변장치들이 포함된다.

2.3.1 오퍼레이션 화면의 구성

오퍼레이션 화면은 크게 경보화면과 표시 및 조작화면으로 구성된다. 플랜트나 시스템에 관련된 모든경보는 경보화면에서 관리되며 플랜트화면, 트랜드화면 등은 표시 및 조작화면에서 관리된다.

가. 경보화면

가장 최근의 경보 3개를 시스템 메뉴화면과 함께 화면에 항상 표시되는 미니경보, 플랜트 전체의 경보상태를 그룹별로 표시하는 그룹오버뷰, 경보의 발생 및 복구된 정보와 사용자의 조작이벤트에 대한 이력데이터를 표시하는 경보리스트 등이 있다.

나. 표시 및 조작화면

시스템 운전중 시스템이 감시하고 있는 태그의 표시 및 조작에 관련된 기능을 제공하는 화면으로써 그룹오퍼레이션, 태그썬머리, 태그DB, 플랜트, 트랜드, 레포트, Function Block 출력화면이 제공 된다.

- 그룹 오퍼레이션 화면 : 감시 및 제어를 수행할 태그를 그룹별로 표시하는 화면
- 태그썬머리 : 태그ID, 경보상태등과 같은 태그의 목록을 조사하여 해당정보를 표시
- 태그DB : 등록된 태그의 데이터베이스의 내용을 태그별로 표시하는 화면
- 플랜트 화면 : 전플랜트의 상황을 그래픽을 이용하여 감시 및 조작하는 화면(그림2참조)으로 다양한 동적화면과 함께 태그상태의 입출력도가능
- 트랜드 화면 : 태그의 현재 및 이력데이터를 그래프로 표시하여 데이터의 변화 추이를 표시하는 화면
- 레포트 화면 : 엔지니어링시 작성된 레포트

를 표시하는 화면

- FB출력 화면 : 엔지니어링시 펑크션 블록빌더에서 작성된 로직들을 오퍼레이션 중에 감시하는 화면(그림3참조)들로 구성되어 있다.

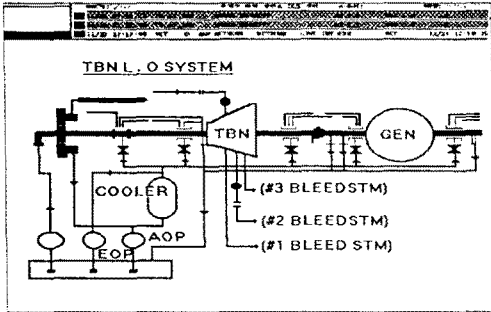


그림2. 플랜트 화면

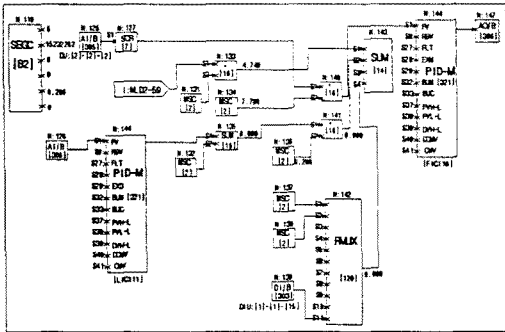


그림3. Function Block 화면

2.4 PCS System 구성

2.4.1 PCS의 기본 설계 개념

가. 국제 표준규격의 채택

통신은 ISO/OIS의 7층모델중 1,2,7계층으로 구성하여 Carrier Band를 사용하는 Mini-Map방식을, 내부 통신으로는 RS-485 방식을 채택하였다. 시스템 버스로는 IEC821, IEEE1014 표준규격의 32Bit VMEbus를 채택하여 표준화를 실현하였다.

나. 모듈화 설계

PCS의 각 구성부분을 기능별로 분리된 모듈화 개념으로 설계하여 플랜트의 규모에 따라 이들 구성기기를 적절히 조합함으로써 최적의 시스템을 구성할 수 있다.

다. 간편한 유지보수

각 Shelf와 UNIT들은 콘넥터를 이용하여 서로 연결함으로써 분리가 쉽도록 하였으며 PCS 각 Board를 시스템 운전중에도 작탈, 교환이 가능토록 하여 간편하고 용이한 유지보수가 가능케 했다.

2.4.2 PCS의 기본 구성

PCS는 제어부인 MPU Shelf, 입.출력부인 I/O (Input/Output) Shelf, 입.출력 처리부인 Interface

Shelf, 전원부인 PDU(Power Distribution Unit), Power Supply등이 실장된다.

가. MPU(Main Process Unit) Shelf

FIELD BUS를 통하여 수집한 현장의 데이터에 대하여 제어, 연산, 및 경보처리를 하여 그 결과물 상위에 통보하는 기능을 수행한다.

나. SOE(Sequence of Event) Shelf

주요 계통의 사고분석시 디지털 입력 상태를 1/1000초 단위로 수집하여 프린터에 출력하는 기능을 수행한다.

다. I/O Shelf

현장의 데이터를 수집하여 MPU Shelf에 통보하고 MPU Shelf의 제어, 연산결과를 현장으로 출력하는 기능을 수행한다.

라. INTERFACE Shelf

현장의 디지털 신호를 입력받아 1차 절연하여 I/O Shelf에 전송하거나 I/O Shelf로부터 제어신호를 현장으로 출력하는 기능을 수행한다.

마. 전원 계통

무정전 전원 공급기의 주 전원인 AC220V를 공급받아 전용 Bus Bar를 이용하여 각 Shelf, Power Supply, Fan등에 전원을 분배해 주는 PDU와 PDU로부터 AC 220V 전원을 공급받아 DC 15V로 변환하여 Analog I/F Shelf에 전원을 공급해 주는 Analog Power Supply와 DC 24V로 변환하여 Digital I/F Shelf에 전원을 공급해 주는 Digital Power Supply로 구성되어 있다.

2.5 Network System 구성

각 OIS와 PCS 스테이션을 고속으로 연결하는 국제 표준규격의 제어용LAN과 OIS스테이션과 EWS스테이션 또는 OIS 스테이션과 상위 컴퓨터 시스템을 연결하는 Ethernet Network으로 구성되어 있다.

3. 결 론

복제주화력 발전소에 설치된 DCS시스템은 이기중간의 호환 및 상위 컴퓨터와의 통신이 가능한 첨단 제어설비로 현재 가동중인 기력, 디젤엔진, 가스터빈 등의 발전설비를 최적으로 감시 및 제어하게 된다. 서로 다른 3종의 복합적인 발전설비를 운영함으로써 기존의 설비를 가지고는 이중 설비간의 제어신호 공유가 힘들고, 원거리에 위치해 있는 발전설비의 종합적인 감시, 제어가 어려워 사고 발생시 신속한 처리가 어려운 상황이었다. 이러한 문제를 국산 개발한 디지털 분산제어 시스템을 발전소에 적용함으로써 3종의 발전제어설비를 동일한 Network으로 연결하여 통일된 제어방식으로 운전할 수 있게 하여 서로 다른 발전설비의 기동, 운전, 정지에 관한 비교, 분석을 통하여 변화하는 전력수요에 대한 최적인전이 가능하게 되었다.

또한 원격지에 설치된 발전설비를 중앙에서 실시간으로 원격조작 및 다양한 화면으로 운전상황의 감시가 가능하게 되어 운전원들의 업무효율을 크게 향상시켰다.

장기 사용으로 노후화된 발전설비를 신설비로 교체하여 발전제어설비를 최적화 함으로서 급증하는 제주지역의 전력수요에 대비하고 발전소 안정운전에 크게 기여할 것으로 생각된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 류홍우 외. 발전용 보일러 제어시스템 설계 및 제조기술 개발 최종보고서. 전력연구원, 1996
- [2] 신상근 외. 발전용 보일러 제어시스템 설계 및 제조기술 개발(위탁분) 최종보고서. LG산전연구소, 1996