

국내 발전소 보일러용 분산제어시스템 운전 화면 구성

신만수, 변승현, 박두용
한전 전력연구원

Composition of operation window in a domestic boiler distributed control system

Mahn-Su Shin, S.H. Byun, Du-Yong Park
KEPCO KEPRI

Abstract - In this paper, we are trying to think over operation window of application to a domestic boiler distributed control system. The detailed contents are a plant system overview, and operation window overview, difficulty in changing control system, vision.

1. 서 론

대형 플랜트 제어 시스템은 최첨단 기술이 필요한 관계로 국내 제직업체의 과감한 투자 및 운용업체의 적극적인 국산 시스템의 적용을 꺼려온 것이 사실이다. 이번에 한전 전력연구원과 분산제어시스템 제작사인 LG산전(주)의 지난 4년간의 협동 연구 결과로 250MW급 중용량 석탄화력발전소(중유 연소도 가능)에 적용하게 되었다.

본 논문에서는 적용 발전소 계통 개요, 시스템 개요, 운전화면 개요, 운전화면 세부 구성, 노후 설비의 제어 설비 교체 공사시의 어려움, 향후 전망 등을 살펴 보도록 하겠다.

2. 본 론

2.1 적용 발전소 계통 개요

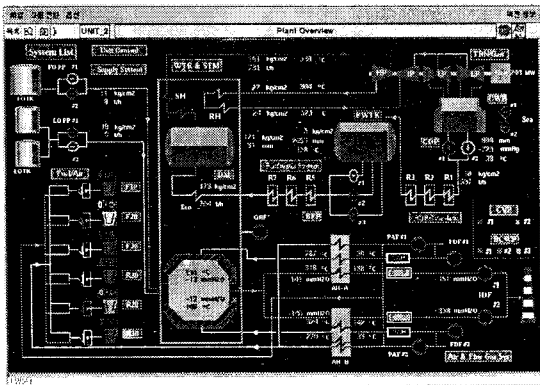


그림 1) 적용 발전소의 전체 계통도

발전소의 보일러 제어는 크게 급수 제어, 공기(배기가스 포함) 제어, 연료 제어로 나누어 생각해 볼 수 있다. 먼저 급수 제어에 대해서 살펴 보면, 보일러 급수펌프를 통해서 보일러 드럼으로 공급된 급수는 가열되어 1,2차 과열기를 거치는 동안 과열증기가 된다. 그 동안 증기는 정격의 온도, 정격의 압력의 증기로 만들어져서 고압 터빈으로 보내진다. 고압 터빈을 거쳐 나온 재열 증기는 재열기를 거친 후 저압터빈을 거쳐 복수기로 유입되어 응축된다. 바로 보일러 드럼의 수위라고도 할 수 있다. 드럼 수위가 낮으면 보일러 튜브의 손상을 가져올

수 있고, 반대로 수위가 높으면 터빈으로 습분이 유입되어 터빈 블레이드에 큰 손상을 가져올 수 있기 때문에 대단히 중요한 제어라고 할 수 있겠다.

다음으로 공기제어에 대해서 살펴 보면 적용 발전소는 평형 통풍 방식을 채택하고 있으며, 압입통풍기에서 유입된 공기는 유입통풍기에 의해서 대기로 배출되는데, 그 경로는 압입통풍기 → 화로 → 절탄기 및 공기 예열기 → 유입통풍기 → 연로이다.

마지막으로 연료 제어를 살펴 보면, 6대의 미분기로 구성되어 있으며, 미분기에서 분쇄된 미분탄은 1차 공기에 의해 미분탄관을 통하여 보일러의 전후면에 설치되어 있는 버너로 이송된다. 그 석탄버너는 24개로 되어 있다. 그 외에도 중유버너가 24개가 있고 경유 버너가 8개가 있다.

2.2 적용 발전소의 제어 시스템 개요

보일러 주제어 및 터빈 보조기기 제어, 현장의 경보 계통을 담당하는 ABC(Automatic Boiler Control) 시스템과 미분탄 계통과 통풍 계통 제어 및 버너 제어를 담당하는 MBC(Mill & Burner Control) 시스템으로 크게 구분할 수 있다. 시스템을 보다 세분해 보면, RCS(Remote Control System) 22면, WDC(Workstation Display Center) 6대와 DPC(Database Processing Center) 2대를 합하여 CCS(Central Control Station)라 명명한다. 그리고 제어 루프에서 독립된 EWS(Engineering Work Station)이 있는데 본 논문에서 주로 살펴볼 내용은 WDC에서의 운전화면이 되겠다.

2.3 적용 발전소의 운전 화면

적용 발전소의 개조된 제어반에 대하여 간략히 살펴 보면 Control Desk 위에 각종 스위치 및 Controller 등이 부착되어 있고 표시등이 있는 현장기기 모형도가 간략히 그려져 있었다. 이상이 보일러 및 터빈 보조기기의 운전 상황이고 Main Turbine에 대한 제어는 Bailey사의 INFI-90에 의해 1개의 모니터를 통해서 하고 있었다.

본 공사의 개조 범위는 Main Turbine 제어 설비와 환경 감시 설비 등을 제외한 거의 모든 제어 설비이다. 현장 상황에 맞춰서 간략히 그려져 있는 현장 모형도를 수직제어반에 보다 세부적으로 나타내서 부착하여 운전 상황을 한눈에 감시가 가능하도록 하였다. 그리고 6대의 모니터(WDC)에서 조작과 감시가 가능하도록 하였다.

2.3.1 운전화면 세부 구성

적용 발전소의 운전 상황은 출력 증감발이 잦은 관계로 동시에 감시해야 기기가 많아서 신속하게 해당 기기 운전화면으로 이동하도록 구성하였다. 예를 들면 운전화면 하단에 있는 'PLANT'를 클릭하게 되면 그림1)의 전체 계통도가 펼쳐진다. 거기서 해당기기 운전화면으로 갈 수 있고, 해당기기 계통명을 알고 있다면 운전화면 하단에 있는 'SYSTEM LIST'를 클릭하면 그림 2)의

세부 계통 목록이 나온다. 그러면 거기서 해당 계통을 클릭해서 원하는 화면으로 찾아 갈 수 있다. 또, 운전화면 번호를 기억하고 있다면 그 번호를 운전화면 상단에 있는 입력창에 입력해서 갈 수 있다.

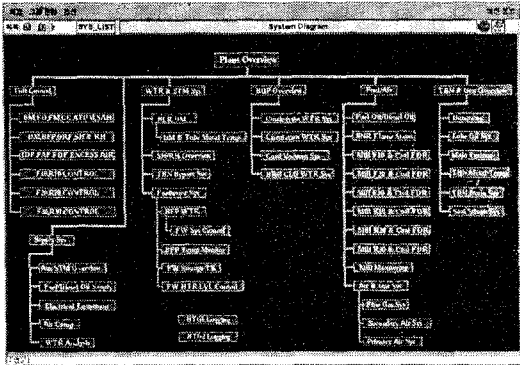


그림 2) 운전화면 System List

펌프 및 팬 등 운전상태 표시는 색깔로써 인지하도록 구성하였다. 예를 들면 운전 중일 때는 '빨간색'으로, 정지 중일때는 '녹색'으로, 고장 등 문제 발생시는 '노란색'으로 처리하였다.

각종 Shut-off 밸브 및 펌퍼의 상태 표시도 색깔로써 가능케 하였다. 빨간색은 완전 개방상태를, 녹색은 완전 폐쇄상태를, 흰색은 중간 상태를 나타내도록 하였다.

각종 조정 밸브 및 펌퍼 역시 Limit Switch가 부착되어 있는 그것을 1순위로 나타내었고, 그것이 설치되지 않은 경우는 Position Transmitter, Analog Output 순으로 나타내었다.

각종 운전 모드를 해당기기 옆에 나타내었다. 예를 들면 Remote Mode를 로, Local Mode를 로, Automatic Mode를 로, Manual Mode를 로 나타내었다.

각종 Tank, Reservoir의 수위 경보는 위험 순위를 정하여 순위가 낮은 단계(예를 들면 'Level High', 'Level Low')에서는 노란색 깜박임으로, 순위가 높은 단계(예를 들면 'Level High-High', 'Level Low-Low')에서는 빨간색 깜박임으로 처리하였다. 주요 탱크(예를 들면 급수저장조, 복수조, 보일러 드림 등)에서는 수위 변동시 그래픽도 연동하도록 구성하였고, 정상 수위시에는 녹색으로 처리하고 경보 수위(Level Low, Level High)에 도달시 노란색으로 처리하였다.

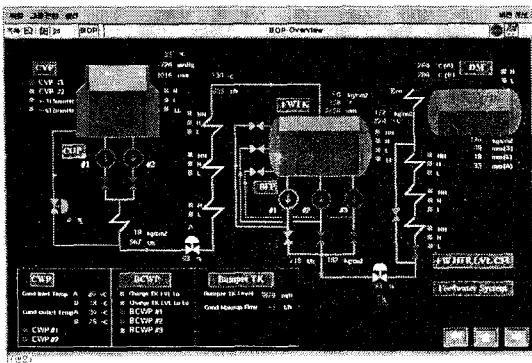


그림 3) 운전 화면 구성 예)

기기 운전 종속 창에 Trend를 삽입하여 별도의 Trend 없이도 해당 기기의 운전 추이 감시를 용이하게 하였다(현재값, 설정값, 조작값 등 운전 추이 나타남).

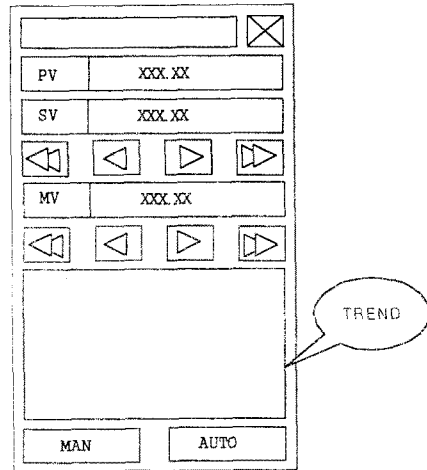


그림 4) 기기운전 종속창

운전화면 편집기준으로 삼은 것은 다음과 같다.

- ① 기기 배열 등을 좌에서 우로, 위에서 아래로 배치
 - ② 글자도 단순 설명에 쓰이는 글자와 데이터를 나타내는 글자와 다르게 선택(설명:명조체, 모니터링:고딕체)
 - ③ Monitoring Data 소숫점 아래 처리 : 1이하 소숫점 2자리, 10이하 소숫점 1자리, 10 초과되는 숫자는 소숫점 0자리를 표시하여 가독을 및 정밀도를 갖도록 하였다.
 - ④ 운전화면 하단에 관련 계통 및 상위 계통으로 접근이 가능토록 구성하였다.
 - ⑤ 각 Overview 화면 등에서 해당 기기 옆에 사각형 안에 기기명을 넣어서 운전의 명확성을 기하고 그것을 클릭시 해당기기의 세부 운전화면으로 전환될 수 있도록 구성하였다.
 - ⑥ Overview 화면을 두어서 전체적으로 운전 상태를 감시하도록 구성하였다.
 - ⑦ 통일성, 간명성, 상징성을 나타내도록 구성하였다.
- 참고로 500MW급 석탄화력 발전소의 운전화면 대수는 약 130매인데 비해 적용 발전소의 운전화면 대수는 총 58매(MBC System 40매 제외)이다.

2.3.2 운전화면 구성시의 애로점

시스템의 신뢰도와 경제성을 감안하여 현장 설비의 추가나 개선없이 제어 시스템만을 교체하다보니 약간의 문제점이 발생하였다. 그 예를 몇가지 들어 보겠다.

① TPL(Turn Push Lamp) Switch 특성 보완

기준 : 기기를 기동하고자 할 경우에 'START'로 절체하게 되면, Switch Lamp에 불이 들어 오면 'Start Ready' 상태를 인지하고 Switch를 눌러서 기동하게 된다. 기동 후에는 Switch Lamp에 불이 소등된다. 그러면 운전원이 그 위에 커버를 덮어서 안전장치를 해 놓는다. 운전되고 있는 지 판단 여부는 Switch 절체 방향과 전류계로 한다.



그림 5) TPL Switch 'START' 선택

현재 : 그대로 적용하려고 했을 때, 즉 그림 6)의 오른쪽 상단에 'START'를 클릭하고 왼쪽 하단에 'START'를 클릭하면 펌프가 기동되는데 Switch Lamp가 소등되어 버려서 운전화면에서 운전여부를 혼

돈할 가능성이 있어서 기동되고 난 후에도 알 수 있도록 기준에 기기가 정지된 상태에서 'START' 절체했을 때와 기동된 상태에서 'STOP' 절체 했을 때에만 TPL Switch가 점등되었는데, 분리하여 Relay를 1개 추가하여 정지된 상태와 운전상태를 확실히 구분하게 하였다 (운전시는 빨간색으로, 정지시는 녹색으로 표시함).

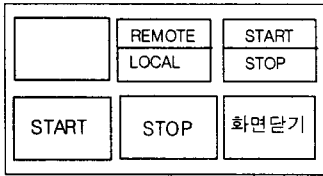


그림 6) 펌프 운전 창(MOD)

멀지 않은 장래에 해외 진출도 이루어지리라 기대하며 지속적으로 개선이 될 때 본 자료가 운전화면 구성에 기준이 되었으면 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 하동 석탄화력발전소 운전화면(Siemens사)
- [2] 동해 석탄화력발전소 운전화면(ABB사)
- [3] 태안 석탄화력발전소 운전화면(ABB사)

- ② 현장 기기에 대한 'Pipe & Instrument Diagram' 등 도면의 미비로 운전화면 구성에 시간이 많이 걸렸다.
- ③ 국내 제작사의 발전소 시스템 적용 실적이 없는 관계로 뚜렷한 기준이 없어서 타사 기준을 적용해 가면서 구성하느라 시간이 많이 걸렸다. 타사 기준의 예를 들자면 A사의 경우는 단위기기 전체에서 세부적으로 구성했고, B사의 경우는 Chain별로 구성하였다.
- ④ 운전상태 표시할 때는 정확한 Feed-back Signal로 구성하여야 하나, 현장에서 제어반으로 오는 신호가 극히 제한되어 있어서 임시 방편으로 구성함. 예를 들어서 밸브라든지 펌퍼가 개방신호만 오는 경우가 있는데, 개방신호가 '1'이면 빨간색으로 처리하고 그렇지 않으면 녹색처리를 하였고, 반대의 경우도 있었다.
- ⑤ EWS를 한 대로 운용하는 관계로 작업이 지연되는 경우가 많았다.
- ⑥ 한 화면에 종속창이 동시에 한 개 밖에 띄울 수가 없어서 별도로 관련 종속창만을 모아서 별도의 화면으로 구성하였다.

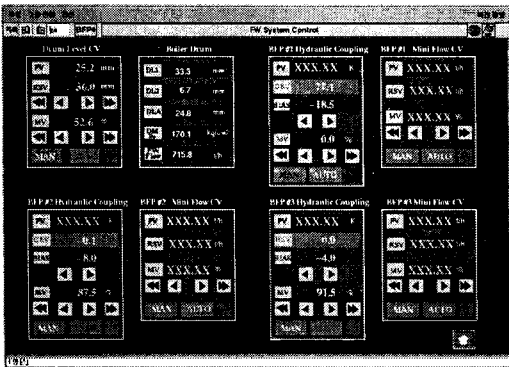


그림 7) 관련기기 종속창을 모아 놓은 화면

- ⑦ 동특성이 교차하는 부분은 한쪽 동특성이 제대로 구현이 되지 않아서 겹치지 않게 재배치하는 경우가 있었다.

3. 결 론

이상에서 우리는 국산 분산제어시스템에 대한 운전 화면 구성에 대해서 살펴 보았다.

현재 장기 사용발전소의 제어설비 개조 대상이 많으며, 열병합 발전소를 포함하면 국산 분산제어시스템의 향후 전망은 한마디로 밝다고 할 수 있겠다. 또한 분산제어시스템에 대한 국내 제작사들의 투자 의욕이 높고, 발전회사들의 경제성 제고로 국산 제품이 들어갈 여지가 많다고 생각된다. 국내 발전 플랜트 등에 적용을 통해서