

화력발전소용 버너관리 시스템 운전화면 구성과 Software 설명

신만수*, 김병철*, 강중철**
 *한전 전력연구원, **LG산전(주)

Compositon of Operation Window in Domestic Burner Management System for Thermal Power Plant and Software Explanation

Mahn-Su Shin*, Byung-Chul Kim*, Jong-Chul Kang**
 *KEPCO KEPRI, **LGIS

Abstract - In this Paper, we are trying to think over the operation window of application to a domestic burner management system and the softwares. The detailed contents are the power plant system overview and the integration of operation window and the software(man-machine interface software and logic editing software) digest and the difficulty in changing the burner management system.

형식이며 이들의 연료는 경유 저장조에 저장된 경유를 급유 펌프에 의해 공급받는다. 연소용 공기는 두 대의 강압송풍기에 의해 대기에서 흡입되어 공기에열기를 거치면서 예열되어 버너에 공급된다.

시스템은 그림 1에서와 같이 OIS(Operator Interface Station), RCS(Remote Control Station) 및 주변 기기인 프린터와 이들 시스템을 연결하는 데이터웨이로 구성되어 있다. OIS는 사용자에게 강력한 GUI(Graphic User Interface)를 제공하는 MMI(Man Machine Interface) 장치로써 시스템에 최소 1대에서 최대 30대까지 접속할 수 있는데 운용상 2대로 구성되었으며, 플랜트를 직접 제어하는 RCS는 최대 15 스테이션까지 접속이 가능하나 4 Station으로 구성되었다. 또한 이들 시스템 구성기기는 고속의 데이터 웨이인 이더넷(Ethernet)에 연결되며 상위 컴퓨터나 타 시스템과의 인터페이스가 용이한 개방형 시스템 [Open System]으로 되어 있다.

1. 서 론

현재 건설되고 있는 발전소는 대형화되고 제어시스템도 고도의 신뢰성을 요구하고 있다. 그렇기 때문에 기술력이 높은 편이 아닌 국내 제어시스템 제작사들로서는 입지가 넓은 편이 아니라고 할 수 있다. 국내에 있는 발전소의 현황을 살펴 보면 최근 1990년대 이후에 건설되고 있는 발전소가 있는 반면 1980년대 이전에 건설된 노후 발전소도 있다. 그런 노후 발전소의 제어시스템을 성능향상을 시킬 필요성이 대두되고 있다. 이를테면 구형 전자카드를 외국에 있는 제작사가 생산을 중단한 경우 등이 있어 유지정비를 하는데 있어서 현장에서 애로점을 많이 느끼고 있다. 그때 바로 성능향상을 시켜야 하는데, 다시 외국산을 채용할 때에는 그 비용이 상당히 높아지는 경우가 있다. 그리고 국내기술 경쟁력 확보 차원에서 국내 제어시스템을 적용할 필요성이 느껴게 된다. 다음은 한전 전력연구원과 국내 제작사가 협동으로 연구 개발하여 성공적으로 적용한 발전소용 버너관리 시스템 소프트웨어 내용에 대해서 살펴보기로 한다.

2. 본 론

2.1 적용 발전소의 계통 및 시스템 개요

적용 발전소의 보일러 형식은 중유 전소식, 반외의형, Steam Drum, Water Cooled Furnace, 자연 순환식이다. 과열기 출구 증기 유량 614 [ton/h], 과열기 출구 증기 압력 146.5(kg/cm²), 과열기 출구 증기 온도 541[°C]이고 버너는 Return Flow, Tilting Tangential 버너 조립체가 3개층 4코너 도합 12개가 설치되어 있다. 주버너는 Mechanical Atomizing Type으로 Oil Gun으로 들어간 중유는 적당량을 분사하고 나머지는 환송관을 통하여 중유 저장조로 다시 보내진다. 버너에는 점화를 용이하게 하기 위하여 압축공기로 분사되는 전기식 점화기가 버너마다 1개씩 설치되어 있으며 또한 버너 가동시 압력 및 온도 상승을 위한 예열용 버너가 버너가 설치된 3개층 중 최하층에 각 코너마다 설치되어 있다. 점화기와 예열용 버너는 공기 분사

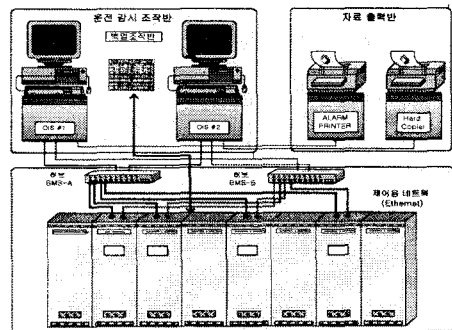


그림 1. 버너관리 시스템 구성도

2.2 적용 발전소의 운전 화면 구성 및 소프트웨어

적용 발전소의 OIS(Operator Interface System)에 대하여 간략히 살펴 보면 2대의 WDC와 1면의 Membrane Keyboard로 구성된 백업조작만으로 구성되어 있다. 그림 구체적으로 2대의 WDC와 백업조작만에 대한 세부 운전화면 구성 내용과 MMI 소프트웨어 그리고 로직 작성 프로그램에 대해서 살펴보기로 하겠다.

2.2.1 운전화면 구성

총 운전화면은 25장으로 구성되어 있고 별도의 백업 조작판이 있다. 여기서는 운전화면 구성에 대해서만 살펴보겠다.

먼저 운전화면 전개 방법 및 보는 방법은 운전화면 하단 '초기화면'을 클릭하게 되면 그림 2와 같이 'BMS 시스템 화면 목록'이 나오게 된다. 거기서 운전하고자하는 해당 계통을 클릭하면 운전하고자하는 계통화면으로 이동하게 된다. 빠르게 해당 운전화면으로 전환할 수 있도록 우상단에 좌/우/상위로 갈 수 있는 버튼을 구성하였다. 화면을 전환할 수 있는 버튼을 볼록 튀어나오도록 구성하여 그렇지 않은 버튼과 구분하였다. 또한 그림 2와 그림 3에서와 같이 계통 목록 화면과 Overview 화면을 각각 구성하여 어느 것을 선택하더라도 편리하게 전환이 가능하도록 하였다.

그리고 운전화면에 경보 상태를 알 수 있도록 경보시에 황색으로 활성화되도록 구성하였고 팬, 밸브 등의 운전상태를 한눈에 파악이 가능토록 운전시나 개방시에는 적색으로 정지시나 폐쇄시에는 녹색으로 표시하였다. 특히 허너 운전 상태는 시각적인 효과를 고려하여 화염상태를 붉게 형상화하여 나타내었다.

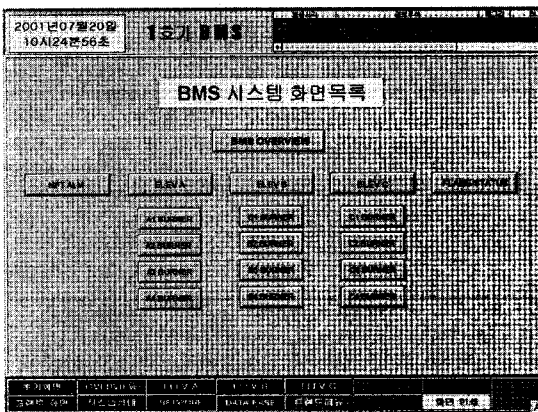


그림 2. BMS 초기 운전화면

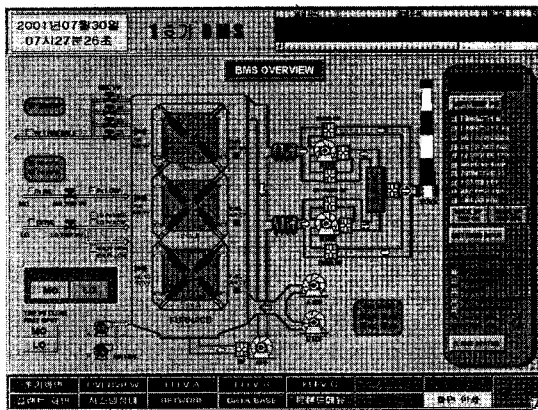


그림 3. BMS Overview 운전화면

2.2.2 MMI 소프트웨어

개방형 구조로 설계된 본 소프트웨어는 다양한 사용자의 특수성을 쉽게 만족시킬 수 있으며, 다른 소프트웨어 시스템들과 쉬운 인터페이스를 제공하고 대형 시스템의 신뢰성에 필수적인 시스템의 이중화를 지원하고, ODBC를 이용하여 각종 범용 데이터베이스 서버와 자유롭게 연결할 수 있으며 표준 SQL을 지원하므로 레코드의 열람 및 수정/첨가/삭제 등 모든 DB 응용이 가능

하고, 본 소프트웨어를 인터넷 웹서버에서 사용할 경우 원격지에서 웹 브라우저로 설비의 현황을 감시/제어 가능하고, 그림 4에서와 같이 다양한 형태의 워지드와 심벌 라이브러리를 제공하여 사용자가 쉽게 시스템을 구성할 수 있으며 사용자가 작성한 오브젝트도 심벌 라이브러리에 등록하여 언제든지 사용 가능하고, Microsoft Excel과 본 소프트웨어 사이의 태그 데이터베이스 자료가 호환 가능하고 Microsoft Excel, Word 등에서 작성한 보고서 양식을 사용 가능하다.

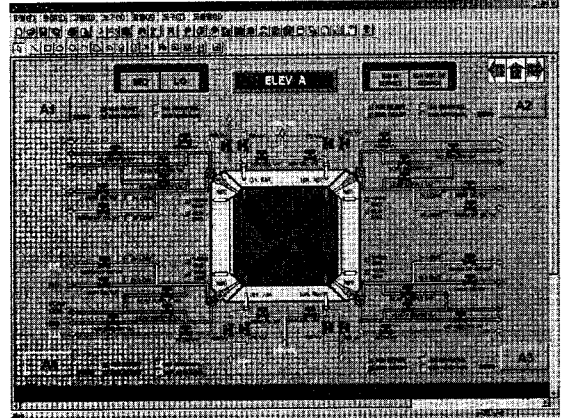


그림 4. MMI 편집기 화면

OIS(Operator Interface Station)는 그래픽화면을 통하여 플랜트에 대한 감시 및 제어를 행하고 Database 기능을 수행하며, 고기능의 컴퓨터에 실행 소프트웨어를 탑재하여 현장의 RCS(Remote Control Station)으로부터 현장 데이터를 수집하고 운전자의 제어신호를 RCS로 전송하여 플랜트의 감시제어가 가능하다. OIS의 실행 소프트웨어는 실시간(Real Time) Database를 통하여 지속적으로 현장의 실시간 데이터가 갱신 관리되며, 운전자의 편리한 감시제어를 위하여 플랜트의 감시제어에 필요한 플랜트화면, 트렌드화면, 알람화면, Loop화면, 보고서화면 등 각종 표준화면 및 편의 기능을 제공한다. 또한, OIS에 엔지니어링용 소프트웨어를 탑재하여 EWS의 기능까지 통합하여 수행할 수 있다.

OIS는 Windows NT환경하에서 운용되는 최신의 시스템으로서, 시스템에 연결된 전체 공정에 대한 상태감시 및 운전조작을 수행하며 각종 데이터에 대한 관리를 수행한다. 또한 OA환경과 유사한 오퍼레이터 스테이션 환경을 추구하며, O/S로 Windows-NT를 채택하고, IBM호환 기종의 하드웨어를 적용하여 H/W 및 S/W의 모든 면에서 사용자와의 친밀성을 극대화하며 Module화된 소프트웨어에 의하여 편리하면서 신뢰성 있는 엔지니어링 작업이 가능하며 숙련되지 않은 사용자일지라도 단기간의 교육을 통해 친숙하고 편리하게 사용할 수 있다. 각종 그래픽 틀과 타 응용 프로그램에서 생성된 GIF, TIF, PCX, BMP 등 다양한 형식의 그래픽 오브젝트를 OLE기능을 이용하여 전달받아 오브젝트를 다양하게 변경, 지정하고 편집할 수 있도록 하며 다양한 그래픽 라이브러리를 제공하여 사용자가 편리하고 빠르게 플랜트 운전화면을 구성할 수 있도록 한다. 또한 최대 1280*1024의 해상도와 True Color를 지원함으로써 고품질의 화면을 구현할 수 있다. Key Board 및 Mouse를 통한 운전 조작은 물론 다양한 단축키 기능을 가지고 있어, 운전자의 감각을 최대한 편리하게 하며, 신속하고 편리한 운전이 가능하도록 운전용 키보드가 지원되고 또한 Microsoft사의 Excel이나 Word를 이용하여 다양한 보고서 출력이 가능하다. 키보드의 자판을 이용하여 KSC 5601의 모든 기호 및 문자를 자유롭게 입

력할 수 있으며 Tag Database 전 항목의 한글화 및 시스템 메시지, 도움말 화면, 기능기 설명, 화면 명칭, 시스템 제공 메뉴의 한글 표시도 가능하다. 경보화면, 경보요약화면등 다양한 경보화면이 제공되어 발생한 알람을 쉽게 인지하고 관리하고 이에 대한 신속한 조치가 가능하며 알람 표시 형태 및 알람의 중요도에 따라 메시지 색상을 임의 지정할 수 있다. R.A.S(Reliability, Availability, Serviceability : 신뢰도, 유용도, 실용도) 자체 고장 진단 기능이 있어 운전 중 쉽게 고장을 감지하여 고장 정비 시간을 줄일 수 있으며, 안전한 시스템 운용을 위하여 고장 부분이 다른 부분으로 영향을 미치지 않도록 고장 부분의 격리 운전이 가능하다. 또한 고장 발생 시 올바른 조치와 향후 고장 방지를 위하여 고장 정보를 파일 형태로 저장 가능하다. 운전자의 등급에 따라 제어 대상 및 감시 제어 범위를 설정함으로써 권한이 주워지지 않은 운전자가 조작함으로써 일어날 수 있는 오조작을 방지할 수 있으며 엔지니어링 작업의 Key Lock에 의하여 이중 보호되도록 한다. 중요 설비에 대한 조작 내용은 이벤트 형태로 조작시간, 명령지점등을 파일단위로 저장 영구 보존이 가능하다. 인체 공학적 디자인(Ergonomic Design) 현대적 감각과 인체공학 개념을 도입하여 설계함으로써 미려한 외관과 함께 사용자에게 최적의 운전 환경을 제공한다.

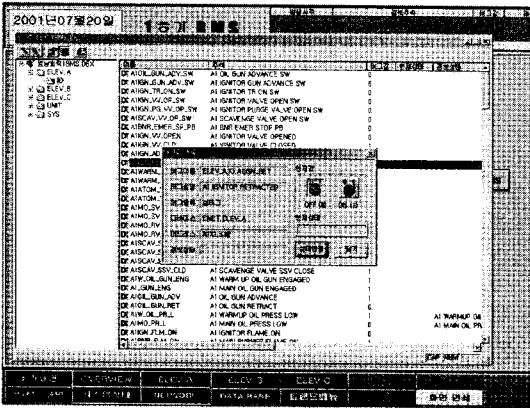


그림 5. Database

시스템의 기본이 되는 데이터베이스는 공정 또는 기기의 상위개념과 이를 제어하는 기기의 물리적 어드레스를 상호 연결함으로써 시스템 사용에 있어서의 편리성과 합리성을 향상시킨다. 시스템이 지원하는 모든 기능은 데이터베이스에 등록된 태그를 기반으로 하여 운용된다.

그림 5에서와 같이 데이터베이스 관리기는 시스템이 지원하는 모든 태그를 보다 편리하게 입력, 수정, 편집할 수 있는 프로그램이다. 데이터베이스 특징은 다음과 같다. 첫째, 등록되는 태그의 개수에 제한이 없다. (무한 포인트의 경우) 둘째, 실제로 하위기와 연결되는 실패그와 시스템 내부적으로만 사용되는 가상태그를 지원한다. 셋째, 그룹, 디지털, 아날로그, 문자열 태그를 지원한다. 넷째, On-Line 데이터베이스 편집이 가능하다. 다섯째, 시스템 기동 시 이전 상태를 유지할 수 있다. 여섯째, 데이터베이스에 등록된 태그의 내용을 On-Line에서 변경하거나 감시할 수 있다. 일곱째, 관리기는 Windows 탐색기와 유사하여 사용하기 편리하다. 여덟째, Drag & Drop과 Cut & Paste 및 특정 문자열을 포함한 태그의 찾기/바꾸기 기능을 지원하여 편집을 용이하게 하였다. 아홉째, 편집한 데이터를 MS Excel로 전달할 수 있으며, 반대로 Excel에서 편집한 데이터를 데이터베이스 관리기로 전달할 수 있어 자료의 출력이나 관리에 용이하다.

그림 6에서와 같이 각종 현장 데이터의 변화 이력을

시간대별로 알아보기 쉽게 화면에 표시하고 효과적인 트렌드 화면의 감시를 위하여 트렌드 메뉴화면과 트렌드 화면을 제공한다.

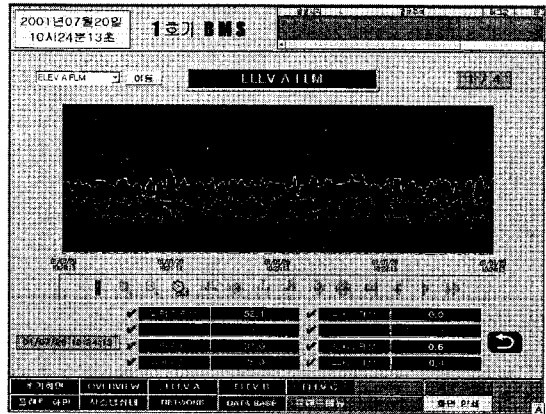


그림 6. Trend

모니터 모드에서 태그를 클릭하면 그림 5와 그림 7에 서처럼 태그값 변경 아이콘이 활성화된다. 이 버튼을 클릭하면 태그값 변경 대화상자가 표시된다. 태그의 종류에 따라서 화면이 조금 다르게 표시된다. 현재값은 아이콘으로 현재 상태를 표시한다. 현재상태는 현재 상태에 해당하는 문자열을 표시한다. 상태변경은 현재 상태를 변경할 수 있다. 이 버튼을 클릭하면 저장된 태그의 값을 변경할 것인지를 묻는 대화상자가 나오는데 예라고 클릭하면 태그의 현재값을 Off(0)로 바꾼다.

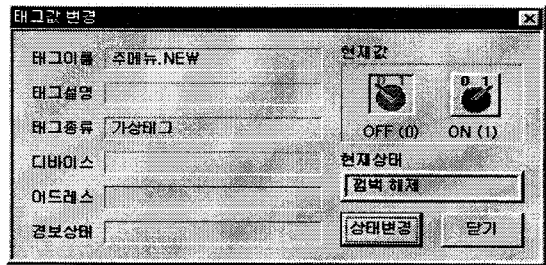


그림 7. 디지털태그 태그값 변경

2.2.3 로직 작성 소프트웨어 및 로직 분석

적용 PLC에 대해서 프로그램을 작성하고 디버깅하는 소프트웨어 툴이다. GMWIN은 다음과 같은 특징과 장점을 갖고 있다.

첫째, 편리한 인터페이스 : 동시에 여러 개의 프로그램을 편집 디버깅할 수 있으며 그 밖에 사용자 편의성을 극대화하였다.

둘째, 다양한 언어 제공 : LD, SFC, IL 등 다양한 언어를 제공하여 시스템에 적용하기 쉬운 언어를 선택하여 사용할 수 있다.

셋째, 네임드 변수 사용 : 프로그램 이해가 쉽도록 네임드 변수를 사용하여 프로그램을 작성할 수 있으며 메모리 어드레스는 자동으로 할당된다. 다양한 데이터 타입이 제공되어 프로그램을 고급화 할 수 있다.

넷째, 프로젝트 단위로 PLC 시스템 구성 : 하나의 PLC 시스템에 여러 개의 프로그램을 포함시킬 수 있으므로 프로그램을 작성하고 시험 하는 것이 훨씬 쉬워졌다.

다섯째, 네트워크를 통한 PLC 접속 : 직접 연결된 PLC뿐만 아니라, 네트워크로 연결된 다른 국번 PLC에 접속하여 프로그램을 작성하여 다운 로드하거나 모니터

및 디버깅 할 수 있다.

여섯째, 풍부한 PLC 정보 읽기 : 다양한 PLC 상태를 모니터링 할 수 있다.

일곱째, 사용자 정의 라이브러리 파일 작성 : 기본 평선, 평선 블록 외에 자주 사용하는 프로그램을 사용자 정의 평선 또는 평선 블록으로 작성하여 재 사용할 수 있다.

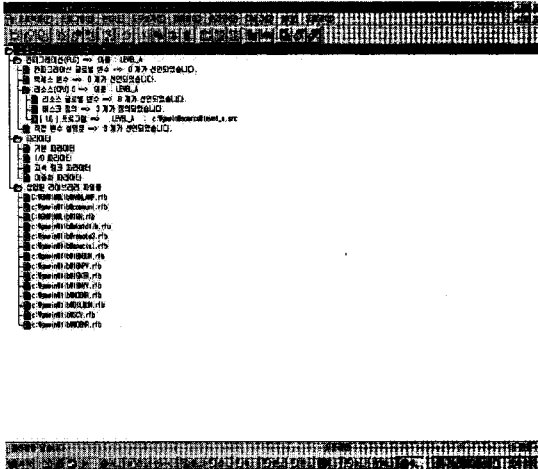


그림 8. 프로젝트의 계층 구조

접점 등을 강제로 변경하는 방법은 프로그램상에서 세 가지가 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 MMI 프로그램상에서 태그값 변경이 있고, 온라인 상태의 로직 작성 프로그램상에서 변수 강제 쓰기가 있고, 그림 9에서와 같이 온라인 상태의 PLC에서 I/O 리프레시 영역의 강제 입출력을 설정하는 방법이 있다. 첫째 방법과 둘째 방법이 결과는 동일하고 셋째 방법은 그 결과가 약간 다르다.



그림 9. 강제 I/O 설정

다음으로 적용발전소의 핵심 로직 중의 하나라고 할 수 있는 MFT 발생회로를 살펴보고자 한다. 발전소 보일러의 안전과 기기보호를 위하여 보일러가 이상 상태로 되면 즉시 보일러의 연료를 급속히 차단하는 MFT(Master Fuel Trip)회로가 설치되어 있다. 이 회로는 전원의 신뢰성 확보를 위하여 DC 125 V로 구

동하며 검출기의 오동작 및 검출 불량에 의하여 보일러를 정지시키지 않기 위하여 다중화(2 out of 3)를 적용한다. MFT가 발생되면 수초 내에 모든 연료가 차단하여 노 내에 연료 공급이 차단된다. 그리고 보일러 재기동시는 노 내의 가연성 가스를 완전히 배출하여 점화 시의 폭발사고를 방지하기 위하여 보일러를 Purge하게 된다. 일반적으로 연소공기량의 30% 이상으로 5분간 실시하는데, 적용발전소에서는 1단계(3분), 2단계(2분)로 구분하여 실시한 후 MFT가 자동 Reset 된다.

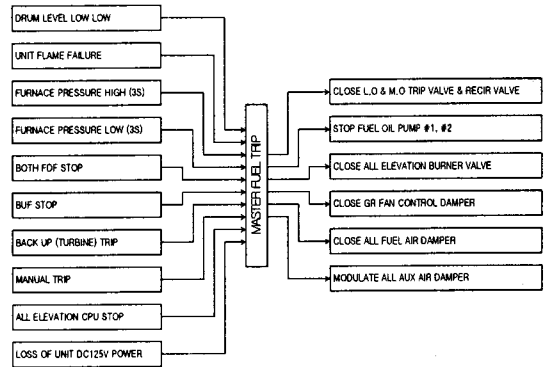


그림 10. 적용발전소 MFT Interlock

3. 결 론

기존의 버너제어 시스템만 노후화된 것이 아니고 현장 기기류도 노후되어서 정해진 예산범위내에서 교체범위를 선정하는 것이 힘들었으며 향후 노후 발전소의 버너 관리 시스템 개조공사시 국산화 개조가 붐을 이룰 것이며, 신설발전소에도 적용될 날을 기대해본다. 마지막으로 버너관리 시스템의 소프트웨어적인 측면에서 장점을 살펴보고 끝맺으려 한다.

첫째, 로직의 자동화로 운전 조作的의 편리성을 제공한다. 기존의 반자동 수동조작의 운전 형태에서 원터치 개념의 완전자동화로 버너의 점·소화를 완전 자동화시켜 운전원의 조작사항의 축소와 신속한 조작과 감시가 용이하다.

둘째, 신속한 원인파악으로 정비의 정확성과 효율성을 높여준다. 과거 경보기록과 시스템 경보기록 그리고 과거 트렌드 화면 등 여러 가지 다양한 정비관련 상태파악과 실시간 로직 다이어그램으로 신속하게 원인을 파악 조치하게 하고 시험 확인을 할 수 있다.

셋째, 설비개선 등의 로직 수정이 용이하다. 기존의 아날로그 제어 시스템에서는 로직 수정이나 보완이 결선을 통한 복잡한 작업을 통하여서만 이루어졌으나, 래더 다이어그램으로 쉽게 로직 수정을 할 수 있고, 운전화면 추가와 수정이 소프트웨어적으로 가능하며, 또한 온라인에서 '런중쓰기' 기능을 사용하여 운전중이라도 수정을 할 수 있어 시운전 및 설비개선 시험 등 신속한 적용으로 정비시간을 단축할 수 있다.

(참 고 문 헌)

- [1] 신만수의, "국내 발전소 보일러용 분산제어시스템 운전 화면 구성", 대한전기학회 하계학술대회, D권호, 2027~2029, 2001
- [2] 임주일, 영남화력 제1호기 기본운전지침서, 제1권호, 11~182, 1991