유동층 보일러 실시간 성능 모니터링 시스템 개발

장석원*, 이인철
한국전력공사 전력연구원
(jangsw@kepri.re.kr*)

Development of Real Time FBC Boiler Performance Monitoring System

Jang Seok Won*, Lee In Cheol
Korea Electric Power Research Institute
(jangsw@kepri.re.kr*)

서 론

기존 발전설비 성능을 관리하기 위한 방법으로 설비 효율을 수동으로 계산하여 성능관리하여 데이터의 저장, 호출, 추세분석 등의 체계적인 기법을 적용하기 곤란하다. 또한 수동계산에 의한 효율산출은 수시로 변화하는 운전조건에 대응하여 신속하게 효율을 구할 수 없으므로 최적 성능조건을 유지하는데 어려움이 있었다. 설비의 운전성능을 최적으로 관리하기 위한 노력으로 발전설비의 효율을 수동 또는 반자동으로 계산하였으나 세부 단위기기까지 수행이 어렵고 체계적인 성능관리를 기대하기 힘들었다. 또한 수동계산에 의한 효율산출은 수시로 변화하는 운전조건에 대응하는 신속한 효율을 구할 수 없으므로 최적 성능조건을 유지하는데 어려움이 있었다.

최근 네트워크 및 전산 이용 기술이 급속하게 발달됨에 따라 온라인 실시간으로 발전소 운전상태를 상시 감시할 수 있는 운전관리 시스템을 설치 운영하여 최적 성능유지 및 발전소 운영수익을 증대시키고 있다. 발전설비의 효율적 관리와 운전성능 최적화를 도모하기 위해서도 성능추세분석, 시간대별, 및 일일 성능진단, 관리 등 실제 운전상황을 반영하는 실시간 성능감시 시스템 구축에 의한 최적 운전상태 유지가 필수적이다. 발전플랜트의 효율적인 설비운영이 중요한 현안으로 대두되고 있는 현 시점에서 유동층 보일러에 대하여 예측 가능한 운전으로 신뢰성을 보장할 수 있을 뿐 아니라 확장성 및 유지 보수성에 있어서도 경쟁력이 있는 실시간 성능감시시스템 국산모델을 개발하였다. 본 논문에서는 전력연구원에서 개발한 유동층보일러에 대한 국산 성능감시 모델의 개발 내용, 모델의 구성 및 연구결과물을 제시하였다.

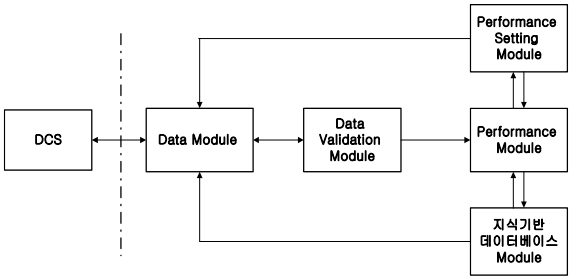
본 론

1. HW 및 SW 구성

실시간 성능감시 시스템의 구성은 <그림 1>과 같은 관련 하드웨어와 소프트웨어 모듈들의 집합으로 구성되어 데이터를 공유하며 각 모듈들은 독립적인 기능을 수행하거나 서로 유기적으로 연결되어 성능감시에 필요한 계산을 수행, 지원하고 사용자에게 계산된 결과를 제공한다.

본 연구에 적용된 성능감시시스템 하드웨어는 실시간 데이터베이스(이하 RTDB) 기반의 PI(Plant Information) 시스템을 사용하였다. 현장의 DCS와 통신 가능한 통신 모듈을 설치하여 현장의 운전데이터를 RTDB에서 저장, 호출하여 성능계산에 사용할 수 있도록 하고 통신모듈 이후의 시스템 구성은 발전플랜트 특성과 현장 사정에 맞도록 구성하고 RTDB 서버까지의 신호전송은 별도의 광케이블을 포설하여 독립적인 네트워크를 구성하였다. 기존의 사내 전산망을 이용하여 네트워크를 구성하는 경우 대용량 데이터 전송이 수

행되고 있기 때문에 사내 네트워크의 부하가 많을 경우 DCS와 RTDB 서버 간의 데이터 전송의 지연 및 손실이 발생할 수 있다. 사내 네트워크에는 RTDB 서버와 성능감시 서버가 연결되어 있으며 서버 및 client의 접속은 일반적으로 사내 랜망을 공유하는 TCP/IP 접속방식을 채용하여 사용자는 원하는 데이터의 종류와 응용 프로그램에 따라 자유롭게 RTDB 서버와 성능감시 서버를 연결하여 데이터 분석이 가능하도록 구축하였다.



<그림 1> 하드웨어 시스템 데이터 흐름

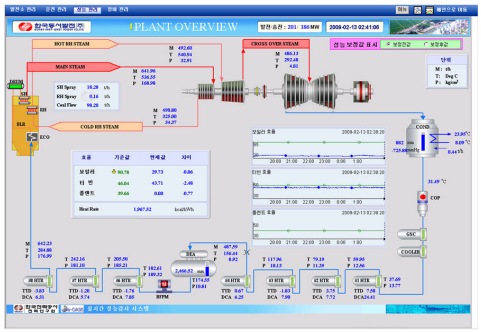
보일러 성능감시시스템은 보일러모델/환경설정모델 등 2개 단위모델로 이루어져 있으며 보일러모델 3개 모듈 환경설정모델 10개 모듈로 구성되어 있다. 총 2개 모델, 13개 모듈로 구성되어 있고 각 모델과 모듈간 인터페이스 연결은 화면링크 또는 트리 메뉴구조로 이루어져 신속하고 편리하게 접근할 수 있도록 하였다. 또한 모듈과 모듈간 태그와 계산결과를 공유하도록 효과적으로 입·출력 프로그램을 설계하였다. 모든 단위 태그항목은 그래픽 처리가 가능하며 주요 성능지표는 별도로 모듈화면에서 상시 표시하며 관련 성능항목은 그래프로도 상시 표시되도록 하였다.

2. 모델 구성

보일러 모델은 열손실, 공기예열기, 열흡수율 등 3개의 성능모듈로 구성되며 각 성능모듈은 실시간 입력데이터와 수동입력 데이터를 사용하여 성능계산 수행되며 주요 성능지표는 각 모듈화면 및 환경설정 모듈의 태그리스트에 나타난다. 보일러 4개 모듈의 성능계산에 사용된 연산식은 총 200 여식에 이르며 각각의 연산식은 실시간 입력, 수동입력, 물성계산 등 각 모듈간에 유기적으로 결합되어 있다. 이렇게 유기적으로 연결된 입력과 계산식으로 주요 성능항목에 대한 결과값이 구해지며 각 결과값들은 사용자 편의와 일관성에 따라 별도의 주요 입력과 계산결과들을 별도로 관리함으로써 체계적인 모니터링이 가능해 지는데 주요 입력값 및 계산결과들을 모아서 별도의 성능화면을 만들어 보일러 주요 성능지표와 주요 운전값들을 집중 관리하고 일목요연하게 볼 수 있도록 화면을 구성하였다. <그림 2>는 보일러 모델의 주요 모듈 화면이다.

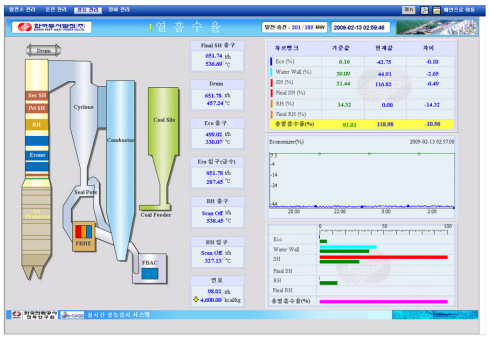
환경설정 모델은 선택적 입력을 통하여 보일러 모델의 성능계산을 지원하는 역할을 수행한다. 연료데이터를 입력하여 연소반응시의 연소생성물에 대한 자료를 제공하는 연료데이터 입력모듈, 기준값과 현재 성능간의 차이를 비교하는 기준값 설정모듈, 기타 과잉공기율 및 누설율 계산식을 선택하는 기능 등 다양한 화면으로 구성되어 있다. <그림 3>은 대표적인 환경설정 모듈이다.

(1) 보일러 효율 열손실



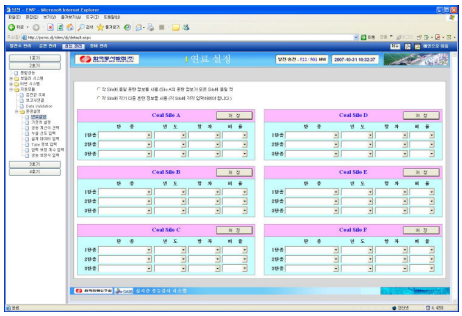
(4) 종합성능

(3) 공기예열기 성능

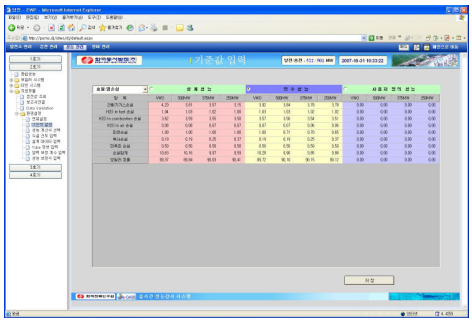


(2) 보일러 열흡수율

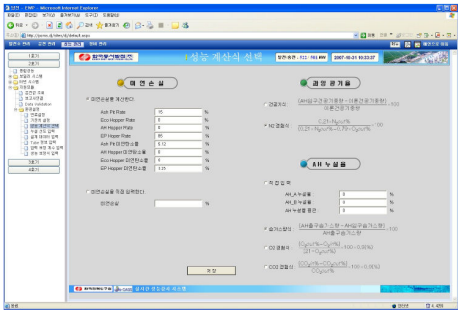
<그림 2> 유동층 보일러 성능 모델



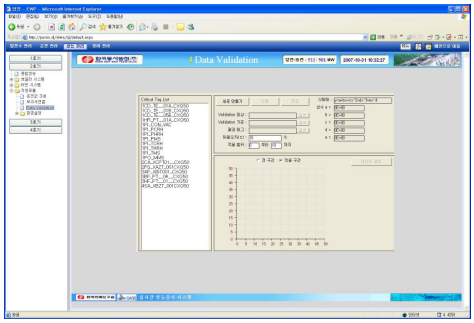
(1) 연료데이터 입력



(2)기준값 설정



(3) 성능계산식 선택



(4) Data Validation

<그림 3> 유동층 보일러 환경설정 모델

결 론

실시간으로 보일러 운전성능을 효과적으로 감시하고 체계적인 성능관리 시스템을 구축하기 위해 시스템 모듈 구성, 성능계산 알고리즘 작성, 화면 모델링, data validation을 수행하였다. 개발된 모델링 기법을 이용하여 유동층 보일러에 적합한 성능감시 기능이 구현될 수 있도록 하였다.

보일러 효율계산식을 정립하고 효율산정의 기준이 되는 온도, 연료특성, 보정 등에 대한 평가기준을 정립하여 실시간 성능감시시스템 구축을 완성하였다. 또한 유동층 보일러 본체 뿐 아니라 공기예열기와 같은 보일러 보조기기에 대하여 성능계산 연산식 작성을 완료함으로서 최적화된 사용자 성능화면 구성을 완성하였다. 시스템 구축에 따른 기대효과는 다음과 같다.

- 최초 유동층 보일러 성능계산 국산모델 개발에 의한 가격경쟁력 우위 및 현장특성 반영
- 신속·정확한 유지보수 실현
- 실시간 성능감시에 의한 성능열화 상태진단
- 운전정보 및 성능정보의 체계적 관리 가능
- 체계적 성능관리, 상시 성능감시에 의한 효율저하 방지 효과

참 고 문 헌

1. ‘화력발전소 성능관리 지침’, 전력연구원, 1987.
2. 김주현, '공기예열기 ‘, 한국전력공사, 1983.
3. ASME PTC 4, ‘Performance Test Code for Steam Generating Units’, ASME, New York, 1991.
4. ASME PTC PM-1993, ‘Performance Monitoring Guidelines for Steam Power Plants', ASME, New York, 1994.
5. 14. Stephen R. Turn, "An Introduction to Combustion" McGraw-Hill, Inc. 1999.