



상태기반정비(CBM) 도입을 위한
예측진단시스템 체계적 구축

2012. 9

한국남부발전

송윤익 차장 (8472)

Contents

I 도입배경

II 현황 및 문제점

III 추진방안

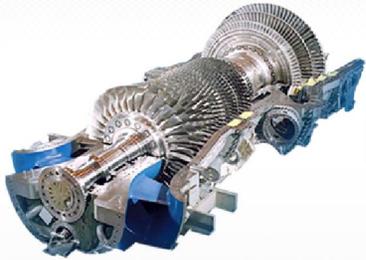
IV 추진내용

V 추진일정

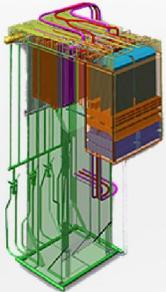
I. 도입배경



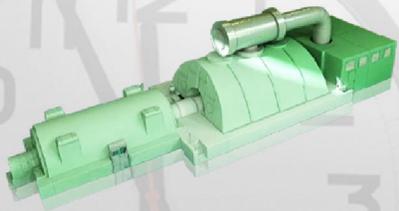
한국남부발전|주



가스터빈
2년



보일러
2년



증기터빈
4년

기준

시간기준 정비
(Time Based Maintenance)

- 설비 진단시스템 및 진단기술 부재
- 정비주기에 따라 포괄적 계획정비
- 주기적 정비로 정비기간, 정비비 상승



예측진단 체계 도입으로 기존 정비체계의 한계사항 극복

변화

상태기반 정비
(Condition Based Maintenance)

- IT기반 진단시스템 비약적 발전
- 비정상설비만 단독(Point) 정비
- 정비기간 단축, 정비비용 감소



II. 현황 및 문제점

상태기반 정비 도입 대비 문제점 분석

운영현황



단위 발전소 중심
시스템 운영



설비 성능, 조기경보,
예측진단시스템 부족



제조사 권고주기 기준
계획정비 시행



경보확인 등 감시위주
설비운영

문제점

- 종합적인 시스템 활용도 떨어짐
- 설비감시 사각지대 발생

- 최적 정비시점 판단 곤란
- 고장 발생 전 예측정비 어려움

- 정상설비에 대해서도 점검 (과다정비)
- 정비기간 및 정비비용 증가

- 예측진단 및 분석 기술력 부족
- 사내 분석 전문가 부족

III. 추진방안



한국남부발전|주

1 기본방향

- 신뢰성 높은 예측진단 시스템(Tool) 구축
- 진단 전문가 확보 및 통합 진단체계 마련
- 상태기반 정비체제 정착을 위한 제도적 보완
- 분산 설치된 IT 기반 시스템과의 통합 연계

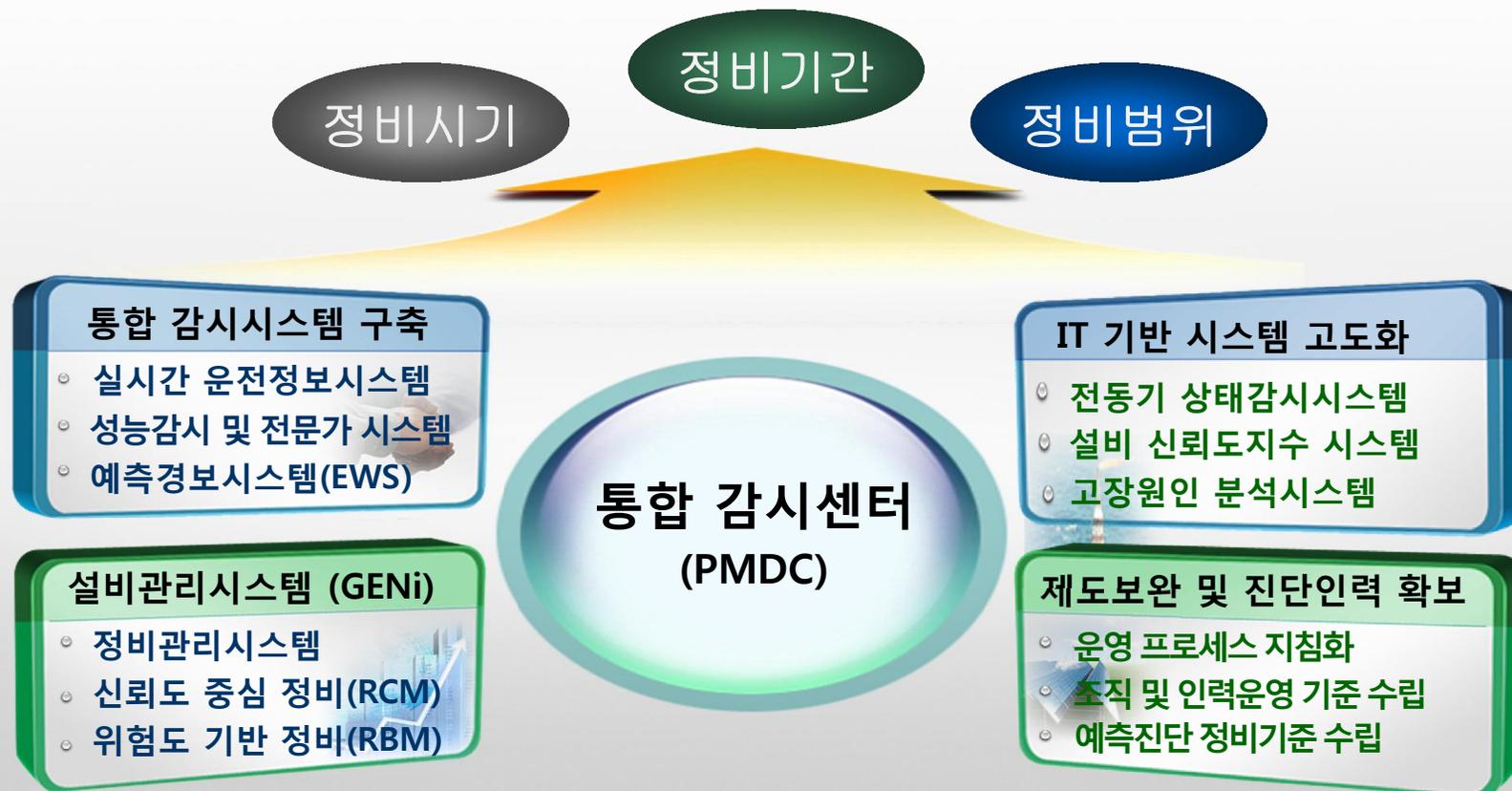




② 추진 체계도

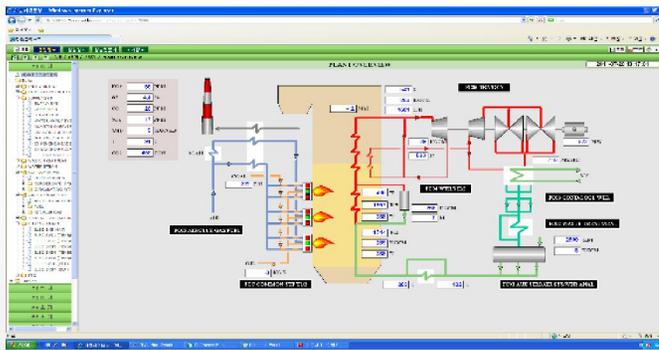
최적 정비 체계 구축

(설비신뢰도 + 원가절감)



IV. 추진내용

1 실시간 운전정보시스템(PI) 구축



시스템 개요

- 시스템 솔루션 : PI
- 정보 Flow
- 현장계기 → DCS → PI → 응용 시스템
- 설치대상 : 하동, 신인천, 부산, 남제주

추진
일정

운전정보
시스템

설치 착수

'10.7

Data
연계시험

'11.6

하동, 신인천
부산 시범운영

'12.9

남제주
종합준공

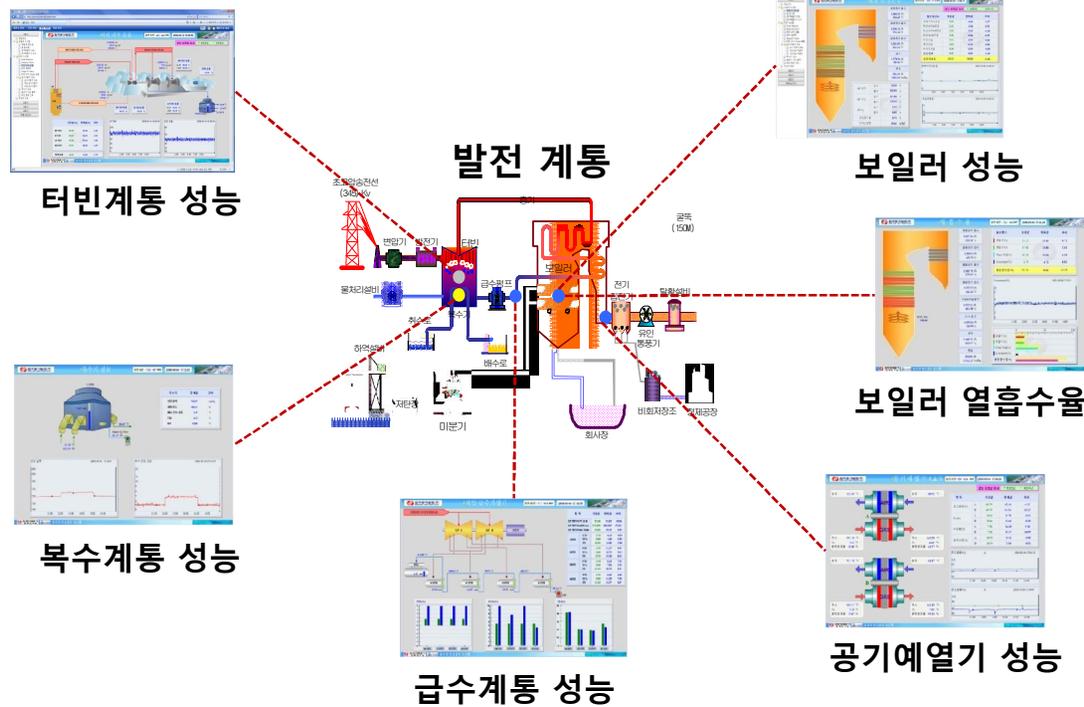
'12.12

- 데이터 공유기능 향상으로 타 시스템과의 호환성 우수
- 최신 데이터 압축기술 → 수십 배의 데이터 저장, 실시간 모니터링
- 업무특성에 맞춘 독창적 모니터링 화면 구성 → 업무효율성 향상

※ 매년 PI 시스템 경진대회를 통하여 창의적 화면개발 유도



2 성능감시시스템 구축



시스템 개요

- 시스템 솔루션
 - 기력 : e-OASIS(전력연구원)
 - 복합 : EtaPRO (General Physics)
- 대상 : 하동, 신인천, 부산, 남제주

시스템 특성

- 설비별 성능상태 실시간 감시
- 성능계산 신뢰성 확보
- 성능전문가시스템 기초정보 제공

추진
일정

성능감시

개념/기본설계

하동#1 착수

하동#1
시범운영

하동,부산
설치완료

준공

'11.7

'11.12

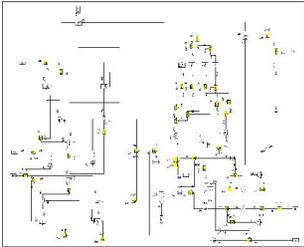
'12.7

'12.12

3

성능전문가시스템 개발

- 정상운전상태에서 성능모델링
- 성능저하 케이스를 만들어 DB에 저장
- 실제 운전 데이터와 성능저하 케이스들을 실시간으로 비교하여 유사한 패턴 검색



Performance Modeling



Performance Degradation Case Simulating

Data Base



Reference Data



Similarity Based Modeling



Live Data - "Actual"



ex) 콘덴서 성능저하 케이스

- 해수온도 상승에 따른 성능저하
- 복수기 튜브 스케일에 의한 성능저하
- 복수기 튜브 누설에 의한 성능저하 등

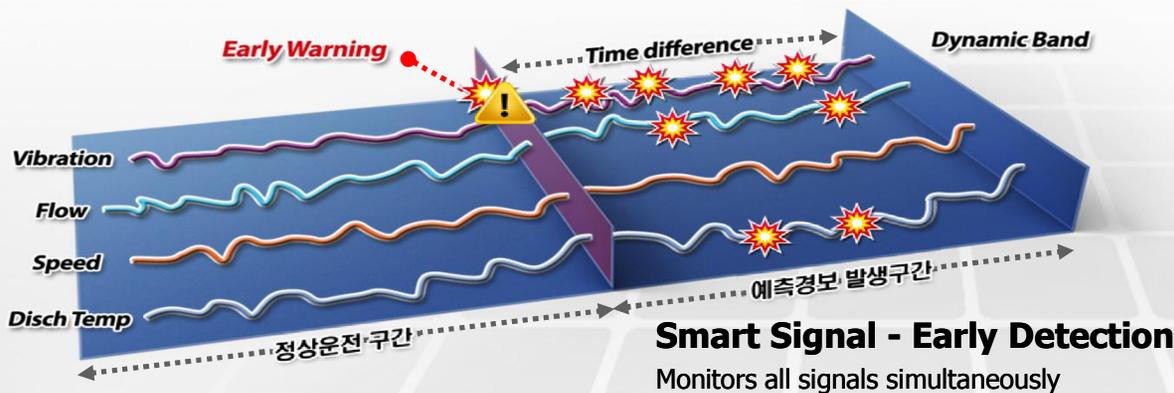
시스템 개요

- 시스템 솔루션 : e-OASIS 연계
- 설치대상 : 하동화력



4 예측경보시스템(EWS) 도입

중대고장 발생 전 예측경보를 통한 사전 정비수행



예측경보시스템 개요

- ✓ 시스템 솔루션 : EPI Center
- ✓ 제작사 : Smart Signal社

예측모델 개발

- 설비별 정상상태 기준 구축
- 출력, 온도, Flow, 압력 등 개별변수의 운전 Data로 정상상태 기준 작성
- 학습기간 : 최소 6개월 이상
설비별 정상상태 학습 및 경보설정

단계적 구축



- 실시간 데이터와 비교하여 정상패턴을 벗어난 설비 ➡ 예측경보 발생
- 장기적인 관점에서 정비를 위한 대처기간 제공
- 예측경보를 발생시킨 Element Tag 정보, Historical Trend 제공





5 타 IT 기반 시스템과 통합연계

예측진단의 신뢰성 향상을 위해 분산된 기존 IT기반 시스템과 연계 추진

전기설비 상태 감시시스템

- 전동기 전기, 기계적 상태감시 / 차단기 상태감시
- 고압 전동기 상태 감시
- 고압 차단기반 통합감시

진동 감시시스템

- 터빈, 발전기 등 실시간 진동감시
- 진동 원인별 분석 및 조치방안 제시
- 우선 순위별(Priority) 경보기능

풍력 통합 감시시스템

- 회전자 진동 상태감시
- 발전기 고장예측 및 분석
- 중앙 집중식 통합감시 기능



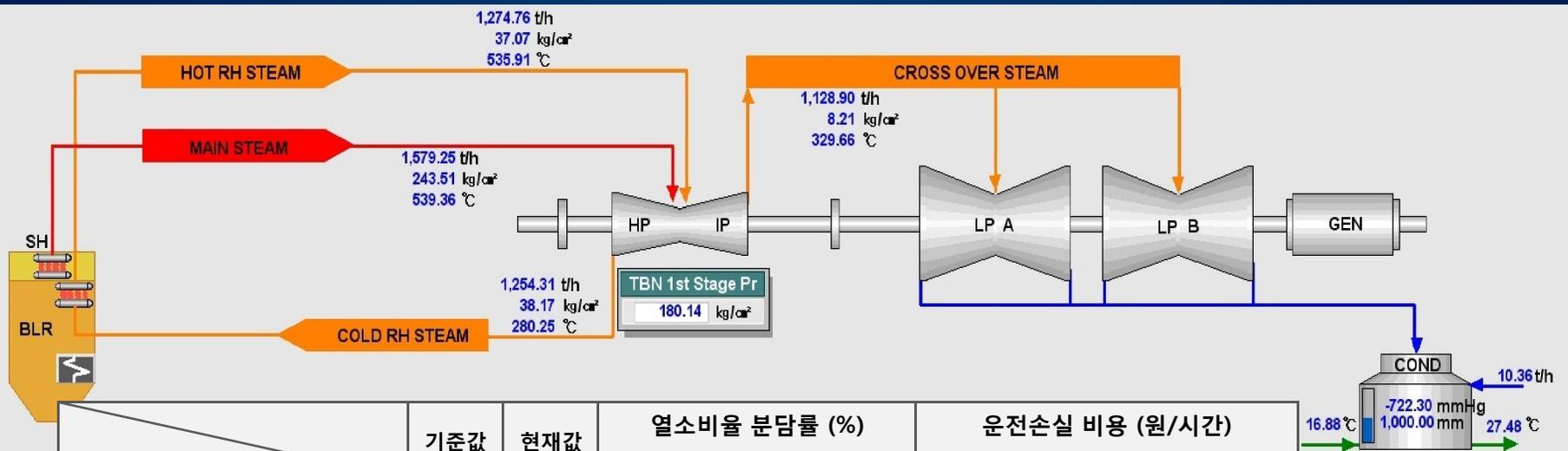
연소관리시스템

- 저열량탄 연소에 따른 연소상태 분석
- 운전상황 비교 분석, 실시간 연소성능 진단
- 비정상 설비 조기발견

6

기타 운영프로그램 개발

- 운전 경제성(Profit)모델 개발



		기준값	현재값	열소비율 분담률 (%)					운전손실 비용 (원/시간)						
				-0.2	-0.1	0	0.1	0.2	-25	-20	-15	-10	-5	0	5
C1	MAIN STEAM PRESSURE	251	248	[Bar chart showing deviation]					[Bar chart showing cost]						
C2	MAIN STEAM TEMPERATURE	541	537	[Bar chart showing deviation]					[Bar chart showing cost]						
C3	R/H STEAM PRESSURE DROP	1.0	1.2	[Bar chart showing deviation]					[Bar chart showing cost]						
C4	R/H STEAM TEMPERATURE	541	538	[Bar chart showing deviation]					[Bar chart showing cost]						
C5	TBN EXHAUST PRESSURE	722	724	[Bar chart showing deviation]					[Bar chart showing cost]						
합 계				[Bar chart showing deviation]					[Bar chart showing cost]						

UNIT 1 발전단 출력 503.25 MW 플랜트 효율 40.32 % 보일러 효율 93.03 % 터빈 효율 44.92 % 주증기 압력 243.51 kg/cm² 주증기 온도 539.36 °C 주증기 유량 1,579.25 t/h 진공도 -722.30 mmHg

FUCOMs ↔ 성능감시시스템 정보연계

FUCOMs 연료 연소 통합관리 시스템

플랜트명: 연료현장 | 연료관리 | 콘탄/연소관리 | 재고예측/작업일정 | 연소부산물 | 경고자료 | 시스템관리 | 사이트맵
 운영 | 부두 | 지만장 | 조작성

현재원 로고인 중: 52
 부두명: 22967
 로고아웃

CV-11A, CV-11C, CV-90A, CV-90A
 UNIT #1, UNIT #2, UNIT #3, UNIT #4, UNIT #5, UNIT #6, UNIT #7, UNIT #8

구	FEI	1호기	2호기	3호기	4호기	5호기	6호기	7호기	8호기
FEI	OK	Macquarie (50%)	Macquarie (45%)	Macquarie (50%)	Macquarie (45%)	Macquarie (45%)	Macquarie (45%)	Macquarie (50%)	Macquarie (50%)
FEI	OK	Lenna (50%)	Lenna (55%)	Lenna (50%)	Lenna (55%)	Lenna (55%)	Lenna (55%)	Lenna (50%)	Lenna (50%)
상탄	FEI	5,646	5,599	5,646	5,599	5,599	5,599	5,646	5,646
중탄	FEI	17,8	18,5	17,8	18,5	18,5	18,5	17,8	17,8
중탄	FEI	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

터빈 내부 유출

2012-05-11 13:54:00

HOT RH STEAM: 1,274.75 t/h, 37.07 kcal/kg, 535.94 °C
 MAIN STEAM: 1,579.25 t/h, 240.51 kcal/kg, 539.36 °C
 COLD RH STEAM: 1,254.31 t/h, 38.17 kcal/kg, 280.25 °C
 CROSS OVER STEAM: 1,123.90 t/h, 8.21 kcal/kg, 209.66 °C

HP TBN 효율: 86.41% | IP TBN 효율: 92.54%
 LP TBN A 효율: 88.89% | LP TBN B 효율: 88.89%

기준값(%)	현재값(%)	차이	
HP TBN	85.89	86.41	1.22
IP TBN	92.54	92.54	-0.01
RH TBN	93.46	90.95	-2.74
LP TBN	92.81	88.43	-4.80
터빈 효율	48.89	48.92	-1.12

단면 내부 흐름: 2012-05-11 13:54:57
 단면 내부 흐름: 2012-05-11 13:54:57

UNIT 1 발전단 출력: 600.25 MW | 플랜트 효율: 40.32% | 보일러 효율: 83.00% | 터빈 효율: 44.92% | 주송기 입력: 243.51 kcal/kg | 주송기 온도: 538.36 °C | 주송기 유량: 1,579.25 t/h | 진공도: -722.30 mmHg

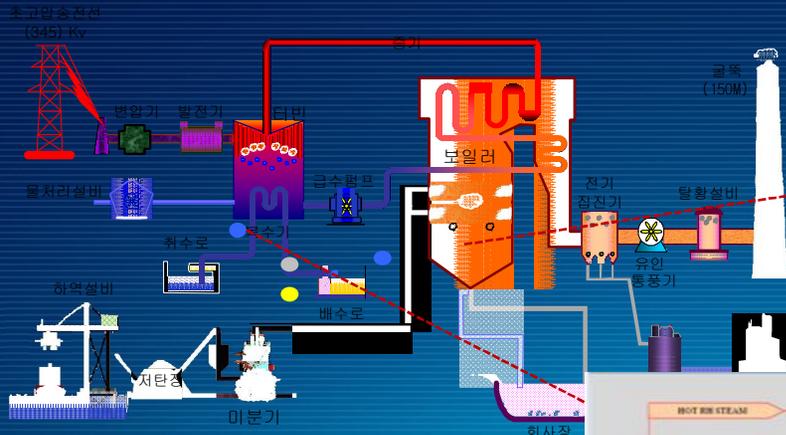
복합화력 성능 시뮬레이터 구축

The screenshot displays the VirtualPlant Editor interface. The main workspace shows a detailed schematic of a power cycle, including a steam turbine, a gas turbine, and various piping and control systems. A configuration window for the 'IP-LP Turbine' is open on the right, showing the following parameters:

Parameter	Value
Inlet Pressure Calculation Method	Flow = $C \cdot \sqrt{P/y}$
Design Inlet Pressure	388.85 psia
Design Inlet Temperature	1036.2 °F
Design Inlet Flow	141,244.6 lb/h
Inlet Valve Pressure Drop	2 %
Design Inlet Packing Flow (N2)	0 lb/h
Design Inlet Packing Enthalpy (N2)	0 Btu/lbm
IP-LP Turbine Efficiency Calculation Method	GE Data - 1962 GL
IP Section Efficiency Calculation Method	None
Efficiency Adjustment Factor	Constant Adjustment 100 %
LP Turbine Crossover Pressure Drop	3 %
Cross-Compound Turbine	<input type="checkbox"/>
Number of Parallel IP Turbine Flows	1 (selected) / 2
High Backpressure Turbine	Yes / No (selected)
IP Section RPM	3600 or 3000 (selected) / 1800 or 1500
LP Section RPM	3600 or 3000 (selected) / 1800 or 1500

- ※ 성능 기대값 도출 / 성능저하 원인분석을 위한 시뮬레이션
- ※ 복합화력(GT, ST) 실시간 공급능력 예측프로그램 개발

최고 효율 운전 Guide 개발



- 효율값, 손실값 표시
- 효율저하 확인
- 효율향상 운전 유도

Control room interface showing various data and graphs:

NO.1 기준연소 Curve[단종]

기준연소특징

기준 연소시험서 항목 및 조건

시험항목	선원-Testbed4 연소	1차시험	2차시험	3차시험
대포기 흡구 온도	89°C	89°C	89°C	85°C
아미온 농도	-0.7%	-1.7%	0%	0%

기준연소시험 결과 요약

단위 : %	기준값	1차시험	2차시험	3차시험
건배기 가스 손실	3.78	3.78	3.78	3.89
연료용 수증기 손실	1.63	1.64	1.64	1.65
수소용 수증기 손실	3.59	3.61	3.61	3.65
공기용 수증기 손실	0.07	0.07	0.07	0.09
대연연소 손실	1.00	1.16	1.19	1.14
압연 손실	0.19	0.19	0.19	0.19
대역연 손실	0.50	0.50	0.50	0.50
손상률	10.66	9.33	9.38	9.51
발전효율	90.14	90.67	90.62	90.19

Legend:

- 연소시험결과 연비공정학적 원점선에서 참조
- 동일그림자용 연소시험 기준값 2% 오차
- 최대손실기준에 대한 CO 배출 감시 범위

- 탄종별 과잉공기량 기준에 따라 최고 효율 운전정보 제시
- 과잉 공기량 최적기준 설정 (E/A↑ → 건배기가스 손실 ↑ → 미연손실 ↓)
- 탄종 특성, 과잉공기량, 건배기가스 손실 등 상관관계 DB 구축

총괄 감시화면 개발

The screenshot displays a complex monitoring dashboard. On the left, there are several data tables with columns for various metrics and status indicators. The central part of the interface contains two more data tables, likely providing summary statistics or alerts. The right side is dominated by a large network topology diagram, showing a central hub-and-spoke structure with multiple sub-networks and individual device icons connected by lines. The interface uses a color-coded system (green for normal, yellow for warning, red for error) to indicate the health of different components.



- **지능형 예측경보시스템 개발**

- 성능감시시스템에 예측기능 구현 (예측경보시스템 통합연계)
- E-mail 기능 융합으로 관리자-시스템간 실시간 진단체계 구현

- **IT 융합 운전정보시스템 개발**

- BLR Tube Stress 실시간 감시 프로그램 설치 - 기동/정지시 최적운전
- Critical 운전변수 감시화면 개발 - 모니터링 기능 강화



7 통합감시센터 구축 및 운영방안

전문요원을 통한 전 발전소 감시 및 예측진단



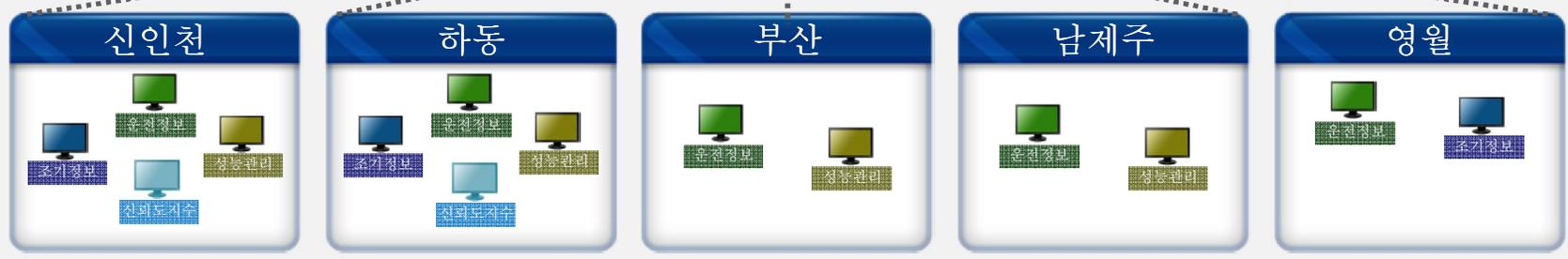
설비신뢰도 제고

통합감시센터 구성도



PMDC

남부발전 전용선망





통합감시센터 운영방안

센터 개요

- 위치 : 본사 (현 미래에셋 10층)
- 2014년 통합감시센터 부산 이전

통합 감시센터 주요역무

- 전 발전소 운전감시 등 "컨트롤 타워" 역할
- 정비시기, 기간, 범위 등 최적 정비방안 제공
- 재해/환경/생산/수익 지장초래 고장사전분석



통합감시센터 운영방안

1단계 (2012. 1~2014. 12)

- 외부 전문가(2명) + 사내 전문원(2명)
- 운전정보, 성능, 조기경보, 신뢰도지수, 전동기감시
- 주 5일 (주간근무)

2단계 (2015. 1~)

- 팀장 1명, 예측진단 전문원 8명 (2명/조)
- 운전정보, 성능, 조기경보, RCM, RBM, 신뢰도지수
- 4조 3교대 근무 (1개조는 교육조 운영)





※ 미국 Entergy Bench Mark

[감시대상]

- 재해유발 : 화재, 폭발, 위험물질 유출 등 인적/물적 대형사고
- 환경 위험요소 : 환경관련 법규/합의 위반을 초래하는 고장
- 생산지장 : 설비 가동률, 이용률, 효율의 감소를 초래하는 고장
- Profit 지장 : 수입과 비용에 큰 영향을 초래하는 고장, 사고

[Mission]

- Ops Monitoring (예측진단, 기동상황, 출력/성능저하-Cross Check)
- Trip Analysis (고장발생 전후 분석, 고장사례 분석 및 전파)
- Performance Analysis (성능저하 원인분석/성능시험)



PMDC



중앙제어실

V. 추진일정



한국남부발전|주|

2013. 1 **통합감시센터 개소**

2014. 12 **IT 기반 시스템과 통합연계**

2015. 1 **통합 감시센터 본격운영 개시**



한국남부발전주

감사합니다

