

내연기관 고장 조기 발견 컴퓨터 시스템 개발

김은기^{**}, 김관행^{**},
전력연구원^{**}, 북제주화력 발전소^{*}

Development Of Computer System for Trouble Shooting Of Internal Combustion Engine In Diesel Power Plant

Eun Gee Kim^{**}, Kwan Hang Kim^{**}
KEPCO, KEPRI^{**}, BukJeoJu T/P^{**}

Abstract - 북제주 내연기관 발전기는 설비 노후로 인하여 경미한 고장이 점차 확대되고 기관 핵심 부품들의 손상이 증가하여 발전원가를 상승시키는 주요요인이 되고 있었다. 즉 정비 부품 교체 비용이 증가하고, 복구 시간이 장시간 소요되는 등 문제점을 안고 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 기관의 핵심 요소인 실린더와 베어링의 상태를 연속 감시하고, 고장을 미리 발견 조치할 수 있는 컴퓨터 시스템에 대하여 논하고자 한다.

1. 서 론

북제주화력 발전소에 설치되어 있는 내연 발전기의 용량은 40,000 kw (5,000 kw * 8 호기)이다. 이는 제주지역 발전 설비용량의 13%를 차지하고 있는 중요한 발전소로서 1, 2, 3호기는 1984년에, 4호기는 1985년에, 그리고 5, 6, 7호기는 1986년에 준공되었다.

내연기관과 발전기 규격은 다음과 같다.

가. 기관

형식 : 12PC-5V 형 용량 : 7100PS
실린더 수 : 12 개 과급기수 : 2 개
회전수:514 RPM 제작사:NIGATA ENGINE

나. 발전기

용량 : 6250 KVA 형식 : 3상 동기발전기
정격전압:6600 V 제작사:FUJI ELECTRIC

2. 현상 및 문제점

내연기관의 현상 및 문제점을 살펴보면 아래와 같다.

2.1 제주 전력계통 기저부하 담당

북제주 화력 내연 발전기는 '95, '96년의 이용률이 약 66%로 제주 전력계통의 기저 부하용으로 사용하고 있고, 장시간 운전으로 주요부품 고장이 증가하고 있는 추세이며, 고장을 조기에 발견하지 못할 시에는 화재 및 대형사고가 확대될 우려가 있다.

2.2 설비상의 문제점

기관의 핵심 요소인 실린더 상태에 대한 연속적인 감시장치가 없어서 운전원이 매시간 주기적으로 현장에 가서 감시하고 있었으며, 내연기관 1대에 31개의 베어링이 설치되어 있으나 상태 감시는 기관 출구 1개소만 설치되어 있어서 각각의 베어링에 대한 고장상태는 발견하기가 불가능하였다.

2.3 설비 노후화 가속

설비들이 장기 운전 및 기동정지 횟수 증가로 인하여 경미한 고장과 기관 핵심 부품들의 손상이 증가하고 있다. 이로인한 정비부품의 교체 비용이 증가하고 있고, 복구시간이 장시간 소요되고 있다.

2.4 계통 운용

제주 계통의 기저 부하를 담당하고 있는 내연 발전기의 신뢰성 있는 운전은 곧 전기품질

과 밀접한 관련이 있고, 육지와와의 전력계통 연계 사업이 지연되어 더욱 이 발전소의 중요성이 강조되고 있다.

3. 개발 내용

3.1 온도 변화 감지

베어링의 고장이 진행되면 윤활유의 온도가 변화하고, 실린더의 고장이 진행되면 배기가스의 온도가 변화하는데 기기 고장을 조기 발견하기 위하여 각 베어링과 실린더 온도를 측정하고, 이정보를 데이터 베이스로 처리 분석하며, 트랜드(Trend)와 알람(Alarm)을 운전원에게 신속히 알려주는 컴퓨터 시스템을 개발하였다.

3.2. 내연기관 고장 조기 발견 컴퓨터 시스템

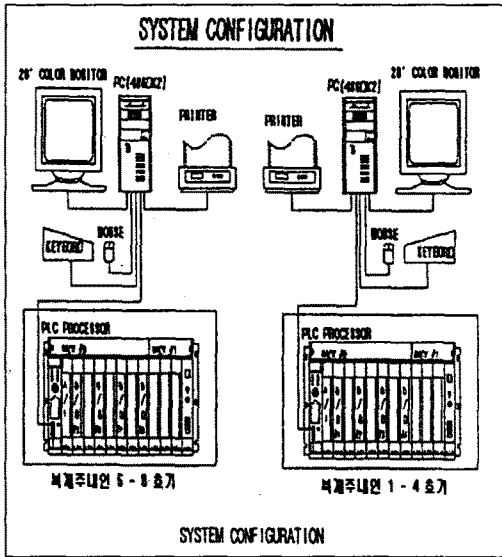


그림 1. 전체 구성도

3.2.1 시스템 개요

본 내연기관 고장조기 발견 시스템은 내연기관의 운전상태를 연속 감시할 수 있는 실린더별 배기가스 온도와 각베어링의 윤활유 온도를 컴퓨터를 이용하여 정보를 수집, 처리, 분석하여 내연기관의 운전상태를 관리할 수 있도록 하였다.

즉 운전자가 일일이 현장 또는 배전실에서 기관별 운전상태를 파악하고 계기 값을 확인한 후(약 1시간 1회) 기기 상태를 종합하던 것을, 중앙 컴퓨터에서 운전 및 경보상태를 모니터와 프린터를 통해 즉시 나타낼 수 있으며, 계속적인 감시를 할 수 있다.

주요 구성으로는 컴퓨터(486DX 2대), 모니터(20" Color), 프린터와 PLC로 이루어져 있다.

3.2.2 시스템 구성

본 시스템은 MMI(Man Machine Interface)를 담당하는 산업용 PC와, 현장 기기의 온도 신호를 처리하는 PLC, 그리고 컴퓨터와 PLC간을 연결하는 통신 시스템으로 구성되어 있다.

- 컴퓨터 규격

- 중앙처리 장치 : 486DX 66 MHz
- 주기억장치 용량 : 8 MB
- 보조기억장치 용량 : 540 MB Hard disk
- Cache Memory : 256 KB
- 통신 Port : RS-232C, Printer Port
- 기타 : 103 Key Board, Ball Mouse

- PLC 규격

- 입출력 점수 : 디지털 1024 Point
- Scan Time : 1 ms
- 아날로그 입력 모듈
 - * 입력 전류 : 4 - 20 mA
 - * 해상도 : 12 Bit Binary
 - * 정확도 : 0.1 %
 - * 선형성 : ± 1 LSB
 - * 입력 저항 : 1000 M Ω
 - * Scan Rate : 25 ms

- 기타 성능 및 기능

- * 자기 진단 기능
- * PID 기능
- * 리모트 I/O Station 확장 기능

그림 2, 3, 4는 개발 적용한 MMI (Man Machine Interface)와 관련한 것으로서 내연기관의 계통도, 온도감시 트랜드, 그리고 알람 화면을 보이고 있다.

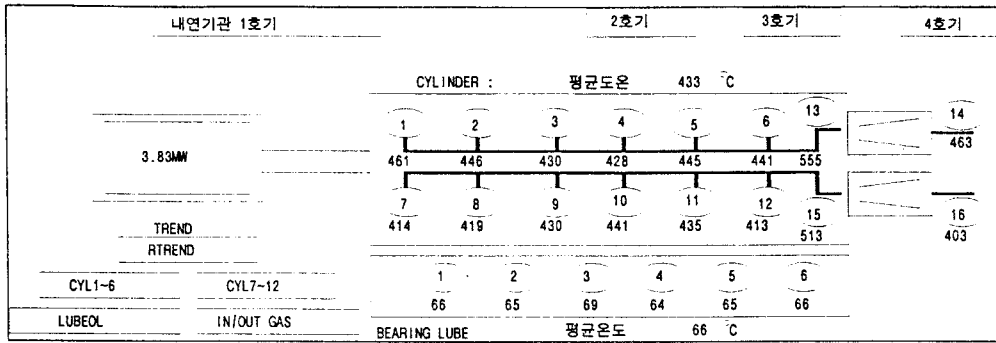


그림 2. 내연기관의 그래픽 화면

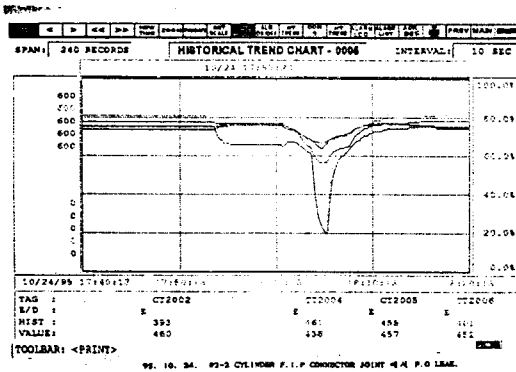


그림 3. 트렌드 화면

P	DATE	TIME	TAG	DESCRIPTION	VALUE	LIMIT	WAS IS
1	08-17	08:29	CT700	#1 NO3 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#2 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#3 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#4 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#5 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#6 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#7 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#8 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#9 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#10 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#11 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#12 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#13 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#14 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#15 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#16 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#17 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#18 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#19 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#20 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#21 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#22 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#23 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#24 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#25 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#26 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#27 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#28 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#29 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#30 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#31 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#32 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#33 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#34 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#35 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#36 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#37 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#38 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#39 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#40 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#41 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#42 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#43 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#44 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#45 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#46 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#47 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#48 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#49 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#50 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#51 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#52 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#53 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#54 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#55 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#56 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#57 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#58 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#59 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#60 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#61 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#62 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#63 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#64 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#65 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#66 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#67 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#68 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#69 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#70 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#71 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#72 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#73 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#74 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#75 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#76 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#77 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#78 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#79 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#80 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#81 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#82 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#83 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#84 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#85 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#86 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#87 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#88 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#89 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#90 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#91 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#92 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#93 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#94 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#95 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#96 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#97 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#98 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#99 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM
1	08-17	08:29	CT700	#100 NO10 CYLINDER ELGAS	0.00	0.00DA	NM

그림 4. 알람 Log 화면

4. 운용 결과

4.1 초기 고장 발견 사례

본 시스템 설치후 약 7개월 동안 42건의 고장을 조기에 발견하여 사안에 따라 사전 조치 하였다. 주요고장 내용을 열거하면

- 95. 12. 4 04:15분 1호기 11번 실린더의

온도가 급하게 하강하여 점검 결과 FIP(Fuel Injection Pump) 입구측 Connector Set Screw 가 절손되어 연료가 다량 새어나오는 것을 조기 발견하여 조치하므로써 화재를 미연에 방지 하였다.

- 96. 3. 26 22:40 6호기 1번 실린더 배기가스 온도가 급상승되어 긴급 정지 후 점검 결과 Cam Shaft 절손되어 있었다.

- 96. 4. 6 21:48 2호기 1-6번 실린더 배기가스 온도가 급상승되어 긴급 정지 후 점검 결과 Cam Shaft 절손되어 있었다.

4.2 원가 절감

상기와 같은 사고를 컴퓨터 시스템을 이용하여 미리 발견하여 조치하므로써 사고 확대를 방지하고, 정비기간을 단축하므로써 안정적으로 전력 공급을 가능하게 하였으며, 고장 복구 시간도 줄일 수 있었다. 이로인한 절감액은 연간 약 269,851 천원이다.

이상과 같이 발전소에서 컴퓨터를 잘만 이용하면 큰 효과를 낼 수 있음을 알수 있다.

이제는 북제주 화력 내연 발전소에서 적용한 외국산 PLC와 MMI용 컴퓨터를 국내의 H/W와 S/W 기술로 개발하여 적용할 수 있기를 기대한다.

[참고 문헌]

- [1] 한국전력공사 북제주화력 발전소 "내연기관 고장 조기 발견 시스템 개발" 보고서, 1995. 10