

LabVIEW 기반의 가스터빈 데이터취득 및 모니터링 시스템 개발

강필순* · 차동진* · 정재화** · 서석빈** · 안달홍**

*한밭대학교 · **한국전력연구원

Development of Gas Turbine Data Acquisition and Monitoring System based on
LabVIEW

Feel-soon Kang* · Dong-jin Cha* · Jae-Hwa Chung** · Seok-Bin Seo** · Dal-Hong Ahn**

*Hanbat National University · **Korea Electric Power Research Institute

E-mail : feelsoon@hanbat.ac.kr

요 약

본 논문에서는 LabVIEW 기반의 가스터빈 데이터 취득 및 모니터링 시스템을 제안한다. C-Tune DAS로 명명된 실시간 모니터링 시스템은 가스터빈의 유지/보수시 실시간 동작을 분석하는데 중요한 역할을 담당한다. LabVIEW 소프트웨어는 고유 기능별로 데이터 취득부, 데이터 분석 및 표시부, 데이터 저장부로 구성된다. 데이터 취득부를 통해 PMS 서버와 두 대의 cFP로부터 데이터를 취득한다. 복합화력 발전소의 상용 가스터빈에 적용하여 개발된 모니터링 시스템의 타당성을 검증한다.

ABSTRACT

This paper presents a gas turbine data acquisition and monitoring system using a LabVIEW programming. The developed real-time monitoring system entitled a C-Tune DAS plays an important role to make an analysis of the real-time operation of the gas turbine under maintenance. The LabVIEW based software is divided into three parts according to their original functions; Data acquisition, Data analysis and display, and Data storage. The data acquisition part receives data from a PMS (Plant Management System) server and two cFPs (Compact-Field Point). To verify the validity of the developed system, it is applied to gas turbines in the combined cycle power plant in Korea.

키워드

모니터링, 가스터빈, 데이터 취득, Compact-Field Point (cFP), Plant management system (PMS)

1. 서 론

일반적인 복합 화력발전소의 가스터빈은 외부로부터 흡입된 여과된 공기를 압축기에서 압축하고 천연가스 (Natural Gas, NG) 연료를 예혼합하여 연소기에서 연소시켜 고온고압의 연소가스를 얻고 이 연소가스의 팽창으로 터빈을 회전시켜 연결된 발전기에서 전기를 발생시킨다. 이 때 터빈에서 팽창된 연소 가스는 배기 duct를 통하여 바이패스 연돌 또는 배열회수 보일러(HRSG)를 거친 후 주연돌을 통하여 대기로 배출된다. 그림 1은 가스터빈 중 2단 연소 시스템을 채택한 상용 가스터빈의 개략적 절단면을 보여주고 있다. EV

연소기 및 SEV 연소기로 구성되어 있고, 각각의 직후단에 고압터빈(HPT)과 저압터빈(LPT)이 위치하고 있다.

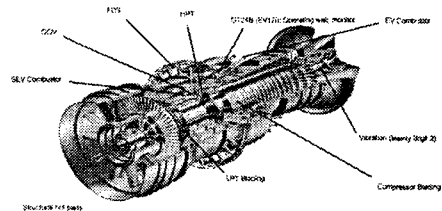


그림 2. 가스터빈 단면도

가스터빈의 안정적 동작을 실시간으로 감시, 진단하기 위하여 각 주요 부위에는 온도, 압력, 유량, 연소진동, RPM 등의 센서들이 취부 되어 있으며, 이들 센서로부터 취득된 모든 데이터들은 PMS (Plant management System) 서버에 취합되어 관리, 운영된다. 또한 정기, 수시점검을 통하여 노후된 가스터빈 부품의 교체 및 이상 징후 등의 발견을 위한 주기적인 점검이 실시되며 이 때 가스터빈의 튜닝을 위한 연소튜닝 시스템이 활용된다. 국내 상용 가스터빈의 경우 연소튜닝 장비로 ProDAS (Process Data Acquisition and Analyzing System)를 주로 활용하고 있다[1]-[3]. 그러나 ProDAS의 경우 주요 기능들이 보안을 통해 엄격히 관리되고 성능 업그레이드시 상당한 경제적 부담이 있어 국내 자체 기술의 개발이 시급한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 기존의 연소튜닝 장비를 대체할 수 있는 새로운 가스터빈용 데이터 취득 및 모니터링 시스템을 제안하고 H/W 및 S/W의 구조 및 성능을 비교하여 개발된 C-Tune DAS의 실용화 가능성을 검증한다.

II. 본 론

2.1. 상용 가스터빈 데이터 취득 시스템

상용 ProDAS는 가스터빈의 시운전을 위한 표준장비로 시운전 엔지니어에게 요구되는 정확하고 주요한 모든 데이터를 제공 (약 270 신호처리 및 산정)하여 가스터빈의 효율적 시운전과 안전을 도모하는 역할을 한다. 즉, ProDAS의 주요기능은 냉각공기량의 측정 및 산정, 주요 운전변수 값 지시, 가스터빈의 안정조건 검증, TIT 검증, 열정산(효율) 산정, 시운전 시 측정치의 평균 및 프로토콜, 및 기준 지시치의 평균값의 산정이다.

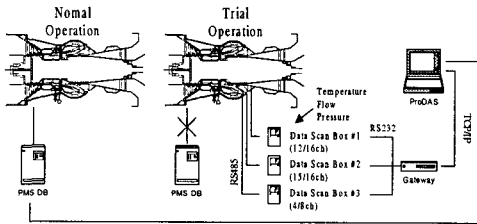


그림 5. ProDAS 구성도

그림 2는 가스터빈의 시운전시 ProDAS의 하드웨어적 구성을 나타낸다. 시운전시 재조립된 가스터빈의 기본 동작성능을 보장하기 위하여 정상운전 중인 가스터빈의 PMS 서버로부터 운전 데이터를 취득하게 되고, 시운전 되는 가스터빈의 주요 데이터들을 3대의 Data Scan Box를 통해 입력받아 소프트웨어 적으로 동작을 검증 받고, 적절한 값으로 파라미터를 산정하게 된다. Data Scan Box는 가스터빈의 각 주요부위에 설치된 온도,

압력, 유량센서 등으로부터 실시간 데이터를 취득하게 되며, 이들 데이터는 RS232 통신에 의해 ProDAS로 전송된다. ProDAS S/W는 Windows 95의 OS환경에서 National Instrument (NI)사의 BridgeView 프로그램으로 작성되었다.

2.2. 개발된 가스터빈 데이터 취득 및 모니터링 시스템 (C-Tune DAS)

상용 ProDAS의 경우 하드웨어의 구성이 다소 복잡하며, 내부적으로 소프트웨어의 구성이 복잡하여 동작 속도가 떨어지며, 시운전 가스터빈을 변경할 경우 환경설정이 매우 까다로운 단점이 있다. 이를 해결하기 위하여 본 논문에서는 개선된 형태의 가스터빈 데이터 취득 및 모니터링 시스템을 제안하고 이를 C-TuneDAS (Combustion Tuning & Data Acquisition System)으로 명명하였다.

그림 3은 제안된 C-TuneDAS의 하드웨어 구성을 나타낸다. 두 대의 cFP (CompactField Point)를 TCP/IP 기반 통신 체계로 변경하였고, PMS 서버에 접속하여 데이터를 전송 받는 속도를 향상 시켰다. 소프트웨어의 경우 ProDAS의 기본적인 동작은 물론 가스터빈 변경 접속시의 환경설정 용이성, 간결성, 웹-기반 모니터링 서비스 제공 등의 다양한 부가적 기능을 추가하였다.

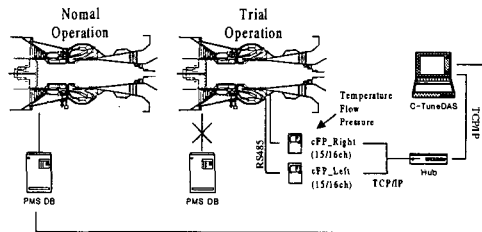


그림 6. C-Tune DAS 구성도

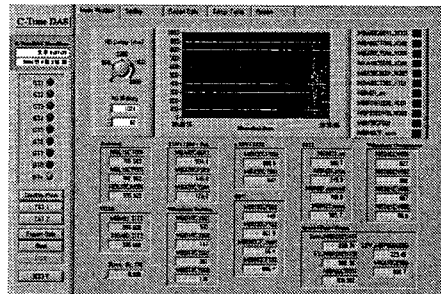


그림 7. C-Tune DAS의 메인화면

그림 4는 C-TuneDAS의 메인 환경을 보여준다. Windows XP 환경에서 NI사의 LabVIEW ver. 7.1을 이용하여 설계하였다[4]. 현재시간 표시, 접속된 가스터빈 상태, 서브 메뉴로 이동할 수 있는 버튼과 주요 PMS 서버 데이터를 디스플레이 하

는 부분으로 구성하였다. 그림 5는 환경설정부를 보여준다. 기존의 ProDAS에 비하여 간단하게 환경설정을 변경할 수 있는 장점이 있다. 그림 6은 ASCII 형태의 데이터를 엑셀 파일에 저장하기 위한 데이터 저장부이다. 전체 325개의 주요 데이터를 원하는 시간별로 저장시키는 기능과 일정 구간의 평균값을 자동 저장하는 기능을 추가하였다. 그림 7은 실시간 보고서 작성을 위한 기능을 보여준다. HTML 형태로 작성하여 편의성을 도모함과 동시에 전체 데이터의 변화 추이를 구간별로 확인할 수 있는 기능을 추가하였다. 그림 8은 HTML 보고서 출력 화면을 보여주며, 그림 9와 그림 10은 각각 데이터가 저장된 결과와 평균값 저장 결과를 엑셀 화면에 나타낸 결과를 보여준다.

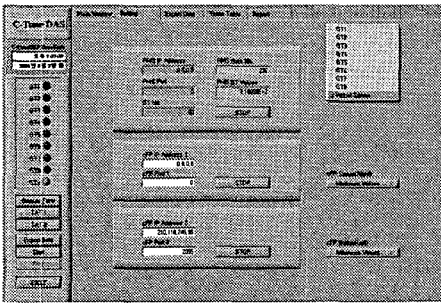


그림 8. 환경설정부

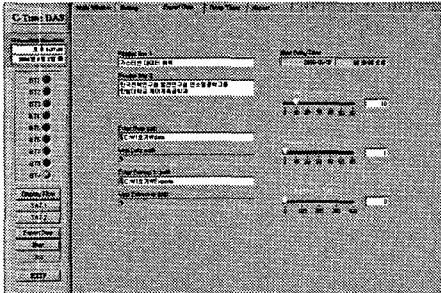


그림 9. 데이터 저장부

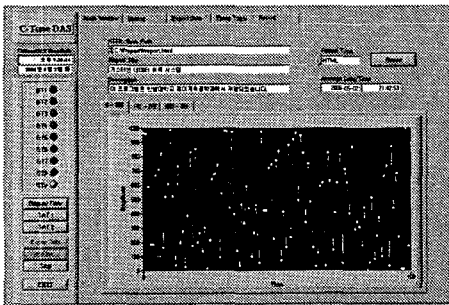


그림 10. 보고서 출력부



그림 11. HTML 리포터 형성화면

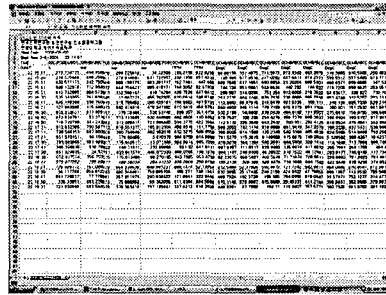


그림 12. 데이터 저장 결과

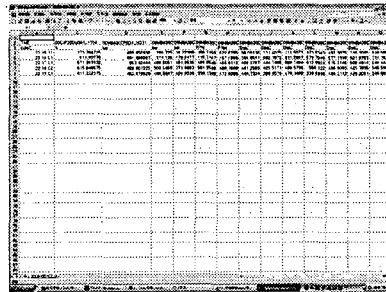


그림 13. 평균값 자동 저장 결과

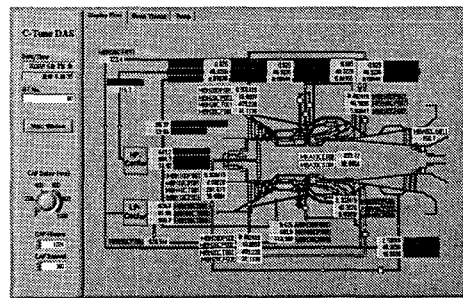


그림 14. 가스터빈 주요부 데이터 표시부

그림 11은 가스터빈의 주요부위의 실시간 데이터를 보여주는 화면으로 데이터의 소스는 PMS와 두 대의 cFP에서 센서로부터 취득된 데이터이다.

그림 12 (Show Trend)는 그림 11의 변화를 그래프로 표시하여 데이터의 변화를 한눈에 알아볼 수 있도록 구성하였다.

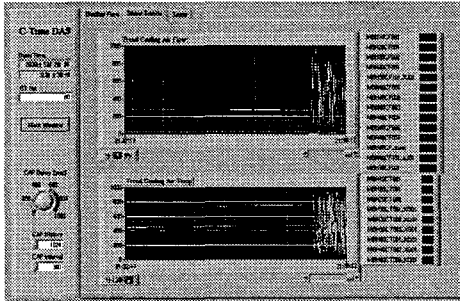


그림 15. 주요데이터 표시부

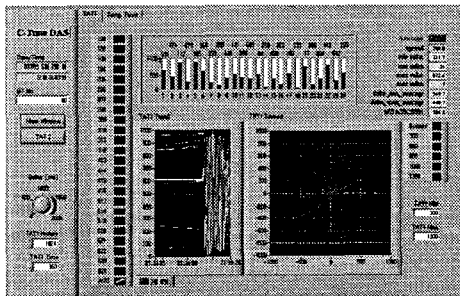


그림 16. 주요 온도 분포도 (TAT1)

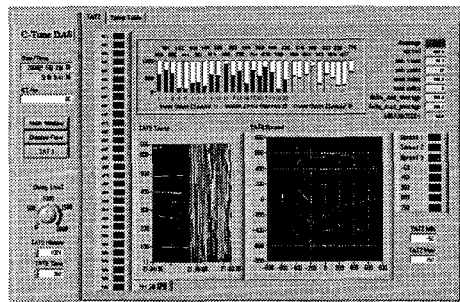


그림 17. 주요 온도 분포도 (TAT2)

그림 13과 그림 14는 각각 TAT1과 TAT2로서 가스터빈의 주요부위의 온도 특성을 보여준다. 각 부위의 평균, 최대, 최소, 표준편차 등의 계산 결과가 실시간으로 표시된다. 각 부위의 온도에 대한 최대값과 최소값의 설정이 실시간으로 가능하여 사용자의 관리 효율을 증대시켰다. 주요 데이터는 PMS로부터 전송된다.

표 1은 기존의 ProDAS와 C-Tune DAS의 하드웨어 구성 특징 및 기능을 비교하였다. 새롭게 제안된 C-Tune DAS가 보다 우수한 성능과 사용자를 위한 편의성을 강조하였음을 확인할 수 있다.

표 1. ProDAS와 C-TuneDAS 비교

구분	ProDAS		C-TuneDAS	
	Data Scan (DA-7327)	Data Scan (DA-7221)	cFP*2	추가 가능
사양	16ch	8ch	각 16 ch	64 ch (Max)
측정 물리량	유량, 온도	온도	유량, 온도	압력, 진압
신호의 구분	AI	AI	AI	AO, DIO, CTR, PWM 가능
신호의 종류와 범위	V	V	V, mV	High Voltage, mA, pulse etc.
센서의 종류	유량계, RTD	RTD	유량계, RTD	thermocouple, SG/Relay/encoder etc.
외부 인터페이스	RS485	RS485	RS-232C, TCP/IP	
특징			열악한 rugged 환경에 최적화	고온, 고압, 고습도의 열악한 환경에 대처

III. 결 론

본 논문에서는 LabVIEW 기반의 상용 가스터빈 데이터 취득 및 모니터링 시스템을 제안하였다. C-TuneDAS로 명명된 실시간 모니터링 시스템은 가스터빈의 정비시 실시간 동작을 분석하는데 중요한 역할을 담당한다. LabVIEW 소프트웨어는 고유 기능별로 데이터 취득부, 데이터 분석 및 표시부, 데이터 저장부로 구분된 C-TuneDAS는 사용자의 편의성과 데이터 취득/처리의 신뢰성을 강화시켰으며, 하드웨어 구성 역시 간결하게 구성하였다. 복합화력 발전소의 상용 가스터빈에 적용하여 개발된 모니터링 시스템의 타당성을 검증한 결과 제안된 시스템이 기존의 시스템과 비교하여 우수함을 검증하였다.

참고문헌

- [1] I. H. Boller et al., "ProDAS 1AHX610323," ABB Power Generation Ltd., Jan. 1998.
- [2] P. Gyax et al., "Commissioning Instruction 1AHX611881," ALSTOM Power Ltd., July 2001.
- [3] H. Boller, "ProDAS 1AHX610534," ABB Power Generation Ltd., Jan. 1998.
- [4] LabVIEW User Manual, National Instruments, April 2003.