

'99 춘계학술발표회 논문집

한국원자력학회

원자력 발전소 비상디젤 발전기의 성능 감시 시스템 개발

**Development of Performance Monitoring System for NPP Emergency  
Diesel Generators**

정환성, 배상민, 김태운

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150

정현종, 최광희

한국전력연구원, 대전광역시 유성구 문지동 103-16

**요약**

외부 정전 시 안전기능에 필요한 전력을 공급하는 비상디젤발전기는 중요한 안전 계통 중의 하나이다. 따라서 비상디젤 발전기는 항상 운전 가능하도록 주기적으로 시험 및 검사를 수행하고 있다. 성능 면에서 중요한 것을 예로 들면 기동은 10초 이내에 하여야 하고, 실제 부하 투입 시에는 정격출력을 낼 수 있어야 한다. 만약 심각한 고장이나 기동 실패등의 이상상태가 발생하면 보수하거나 시험하는데 시간이 걸리고, 이용율이 저하한다. 따라서 지속적인 상태감시 및 분석 즉, 적절한 성능변수를 선택하여 상태를 파악하고 추이를 분석함으로써 고장으로 나타나기 전에 열화나 비정상 상태를 발견하는 일이 필요하다. 이러한 감시 및 분석을 뒷받침하기 위하여 자동화된 데이터 수집과 관리, 처리를 하는 성능감시시스템을 개발하였다.

**Abstract**

The emergency diesel generator(EDG) in nuclear power plant is the only electric power source which supply the electricity to the safety systems to shutdown and cool the reactor , to prevent radiation release, and to activate the safety actuators. It's operability should be verified by periodic tests and maintenance. The EDG should start within 10 seconds upon start signal and supply its rated load. If the EDG do not function properly as designed, a lot of resources is required to recover. But the faults and the deterioration can not be detected easily without quantitative data and detail analysis. The performance monitoring system was developed to monitor selected variables in real-time during EDG operation and to make database of the EDG test results for trending and analysing engine performance after the tests.

## 1. 서론

비상 디젤 발전기의 성능감시 시스템은 발전기, 엔진 및 부속장치의 기계적, 전기적, 화학적 특성을 관찰하고, 분석함으로써 성능열화나, 부분적인 고장이 발전기 고장으로 진전되기 전에 발견하는데 중요한 목적이 있다. 이러한 일들은 그 동안 운전원의 직관과 수작업에 의하여 이루어져서 뛰어난 운전원의 기능과 경험에 의존하지 않고는 그 효과가 충분히 나타나지 않았다. 따라서 분석에 의한 판단을 제외한 작업, 즉, 자료취득, 감시, 저장, 추이표시를 자동화함으로써 운전원의 성능 판단을 지원하는 것이 필요하다. 성능감시프로그램은 설비 특정부분의 운전성에 잠재적인 영향이 가해질 수 있는 물리적, 화학적인 상태의 정보를 제공하고 각종 변수의 변화 추이를 감시할 수 있어야 한다. 상태의 실제적인 값은 단순히 특정범위 이내임을 정성적으로 확인하는 것보다는 기록이 되어야 한다. 성능이 저하되는 상태를 판단하기 위해서는 성공적인 시험으로부터 취득한 값과 상호 비교되어야 한다. 따라서 이러한 일들을 지원하는 자동화된 성능감시 시스템의 개발을 하였다.

## 2 성능감시 시스템 개발

### 2.1 성능감시 시스템 구조

성능감시 프로그램은 성능을 알아내기 위한 제반 활동을 의미하는 것으로 특정한 자동화된 감시 시스템만을 언급한 것이 아니고 정기검사와 행정적인 절차 등도 포함되며 이의 자동화된 수단이 컴퓨터화된 성능감시 시스템이다.

성능 감시 시스템은 발전기의 상태를 감시하여 성능을 나타낼 수 있도록 하는 설비로서 이에 필요한 데이터는 자동(실시간) 또는 수동으로 취득하게 된다. 계통분석과 고장이력 분석 그리고 IEEE, NUMARC 의 권고 사항 등을 참조하여 선정한 성능감시 변수는 크게 2종류로 구분된다. 첫 번째는 실시간 변수로서 이에선 발전기와 제어기의 성능을 나타내는 변수들과 배기가스 온도들이 포함된다. 두 번째는 수동(off-line) 취득 변수로서 운전원이 주기적으로 취득한 엔진의 공정 변수들이 포함된다. 실시간 변수는 컴퓨터 시스템으로 시험 시 자동으로 취득하여 데이터 베이스로 작성되며 또한 경보 제한치를 설정하여 실시간 경보를 발하게 된다. 수동 취득 변수는 운전원이 취득한 변수를 시험이 끝난 후에 데이터 베이스로 작성하며 자료 입력 시 경보 등을 발하게 된다. 일단 데이터 베이스가 작성되면 이 자료는 신뢰도 데이터 시스템의 데이터 베이스로 옮겨 모든 사용자가 사용하게 된다. 이상의 개략적인 내용을 도식적으로 표현하면 그림1과 같다.

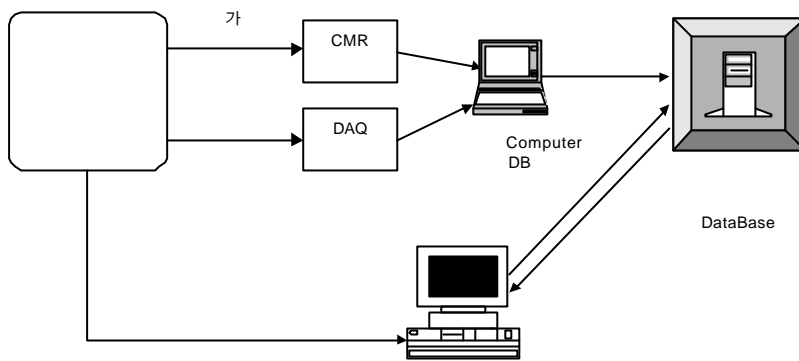


그림 1 성능감시 시스템 구성도

## 2.2 하드웨어

실시간 변수 데이터 취득 및 감시를 위한 시스템은 현장 신호전송기의 신호와 현장의 배기가스 온도 감시장치에서 데이터를 취득하기 위하여 휴대형 컴퓨터, 아날로그/디지털 신호 변환 보드, RS 485 통신 보드 등으로 구성된다. 중요한 하드웨어인 이들의 사양은 다음과 같다.

구분	항목	사양
PC	PC CPU	Pentium II 333Mhz
A D C board	Sampling rate	1,25MS/sec
	Resolution	12bit
RS-485	Baud rate	115200bps

## 2.3 소프트웨어

### 2.3.1 개발 환경

소프트웨어 개발은 시간을 단축하고, 유지 보수를 용이하게 운영체제는 Windows 98 ,개발도구는 Labview 5.0 환경에서 개발하였다.

## 2.3.2 성능 감시 시스템 프로그램

### 가. 주화면

이 화면은 성능감시 시스템을 실행시키면 최초로 나타나며 여기서 수행할 기능에 따라 세부 메뉴를 선택하도록 되어있고, 세부 작업 수행 후에는 다시 이 화면으로 돌아오도록 구성되었다. 주 화면의 모양은 그림 1 과 같다.

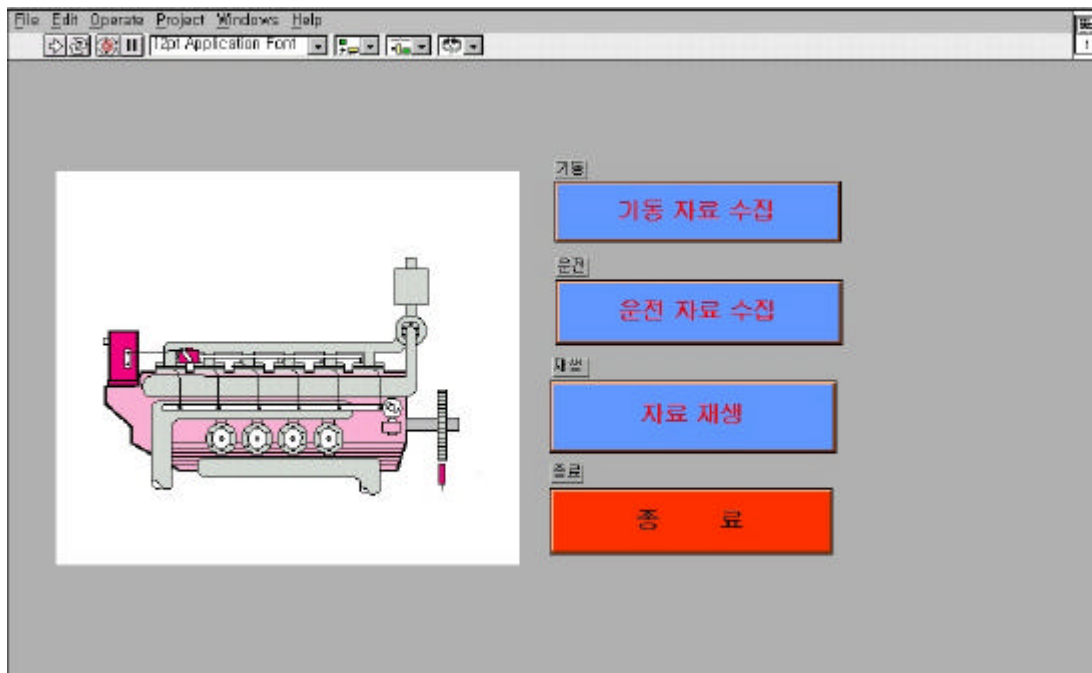


그림 1 성능감시 시스템 주화면

### 나. 기동자료 수집 화면

이 화면에서는 기동시의 현장 제어 신호를 취득할 수 있는 기능을 제공한다.

자료 취득은 트리거 신호에 의하여 시작되어 미리 지정한 시간동안 자료를 취득한 후 이를 디스크에 저장하는 순서로 이루어지며, 각 단계에서 사용자가 미리 지정한 값을 변경할 수 있게 되어있다.

기동 자료 수집은 다시 저속과 고속으로 나누어지는데 고속 자료 수집은 트리거 신호에 의하여 일시에 필요한 자료를 모두 수집하고 기능을 끝내고 이 자료를 디스크에 저장한다. 반면에 저속 자료 수집은 주기적으로 자료를 수집하여 데이터 베이스에 저장한다. 자료 수집화면은 그림 2 와 같다.

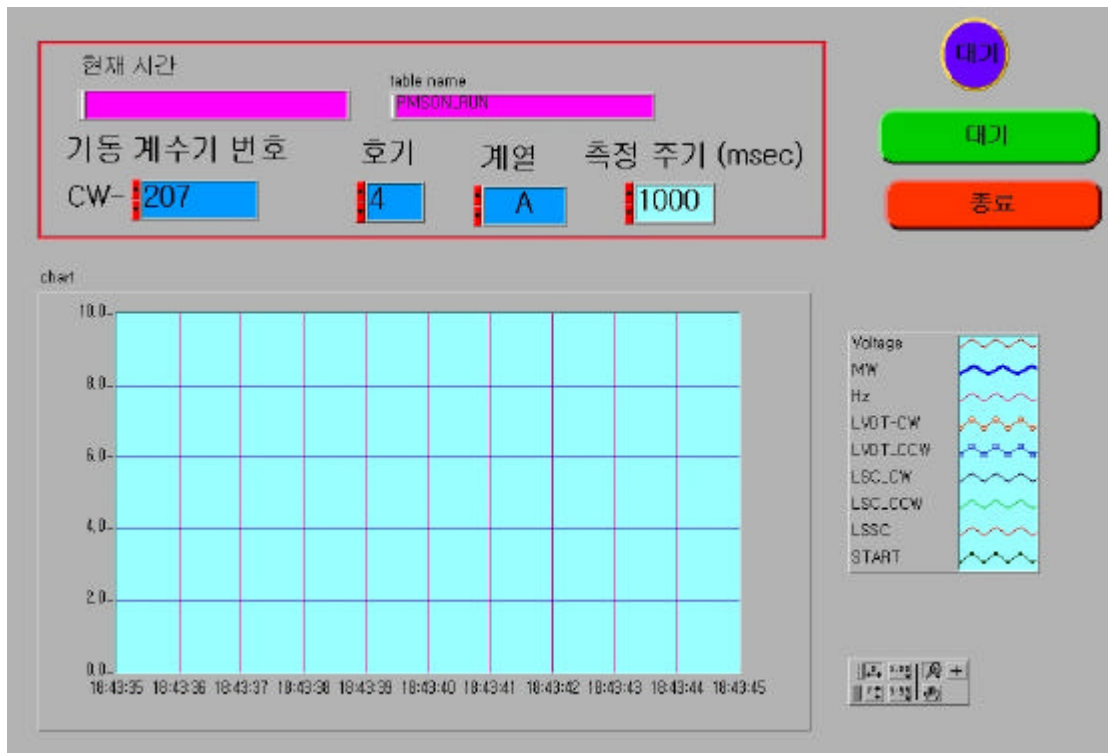


그림 2 기동자료 수집 화면

#### 다. 운전 중 자료 수집

운전중의 자료 수집은 비상디젤 발전기의 자료를 수집한 후 이를 이용하여 상태를 감시하는 기능을 제공하고 동시에 자료를 데이터베이스에 저장하는 기능을 수행한다. 이 화면은 변수의 추이를 나타내는 여러 개의 세부 화면을 가지고 있다. 화면의 모양은 그림 3 과 같다.

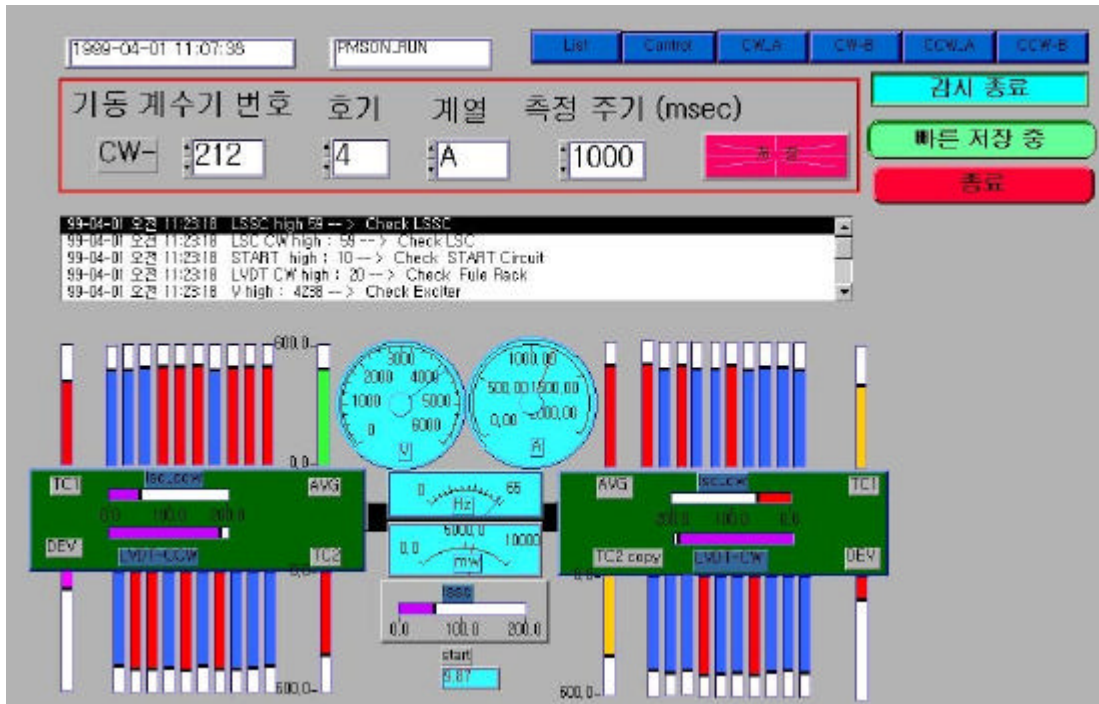


그림 3 운전 중 자료수집 화면 (기본 화면)

라. 자료 재생 화면

엔진, 제어기, 발전기의 자료를 취득한 후 데이터 베이스 또는 파일로 저장된 자료를 검색하여 재생하는 기능을 이 화면에서 제공한다. 검색(재생)은 자료의 특성에 따라 기동자료, 운전 중 제어변수, 배기가스온도, 배기가스 온도편차, 자유 검색 등의 세부 메뉴로 구성하였다. 이러한 검색 결과가 그래프로 나타나며 그래프 상에서 커서를 이용하여 신호의 크기, 시간 등을 파악할 수 있게 하였다. 전형적인 검색화면은 그림 4 와 같다.

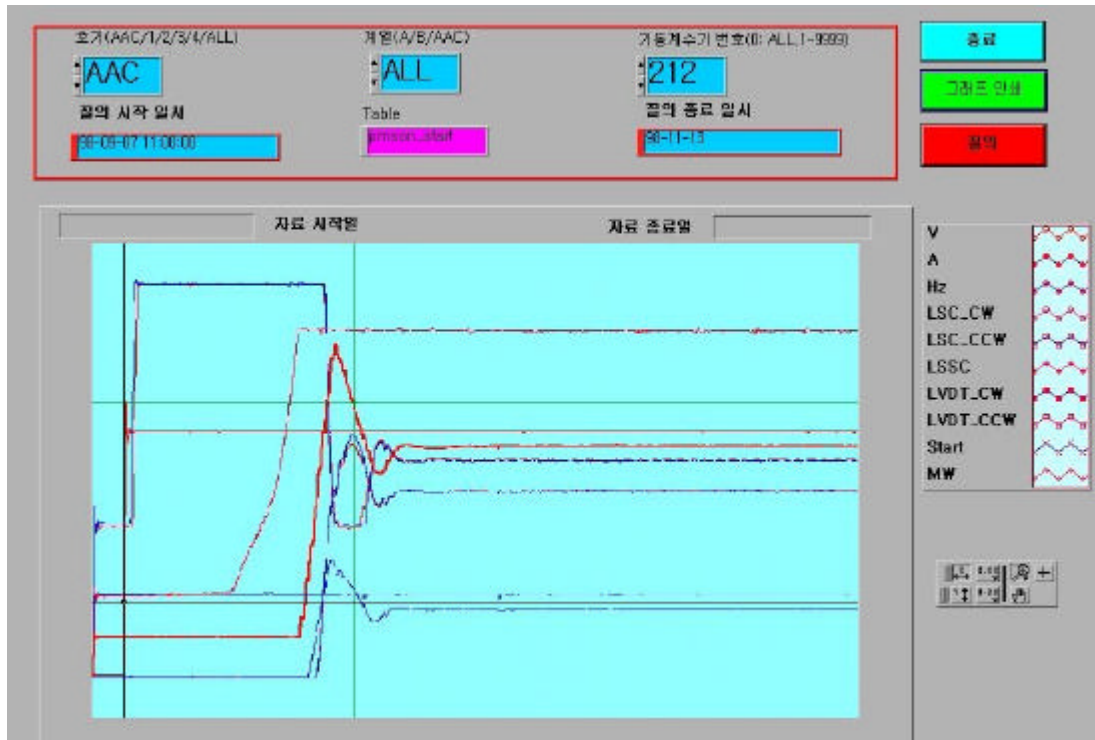


그림 4 자료 재생 화면 (기동 자료 재생)

#### 4 현장 시험

성능 감시 시스템의 성능을 확인하기 위하여 현장 시험을 실시하였다. 이 시험은 비상 디젤 발전기의 신호 수집 주기와 신호 특성 등을 확인하기 위한 목적으로 수행하였으며 결과는 양호한 것으로 나타났다. 신호크기는 교정된 기기와 비교하여 같음을 확인하였다. 그러나 신호에 잡음이 포함되어있어 이를 처리하는 소프트웨어 모듈을 별도로 개발하였다. 그러나 기동시의 고속 자료 수집 시에는 소프트웨어 적인 자료 처리가 적절하지 않으므로 하드웨어 신호 처리 장치를 부착할 예정이다. 시험 결과는 그림 5와 같다.

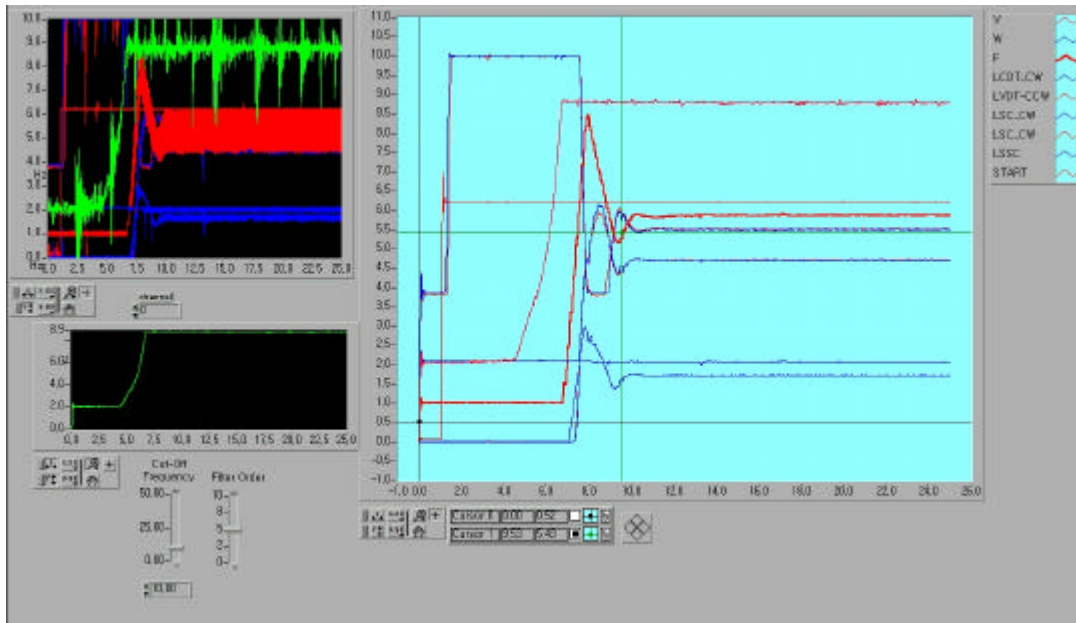


그림 5 YGN EDG 4A 기동 신호

## 5. 결론

본 연구에서 개발된 비상디젤발전기의 성능감시 시스템은 엔진, 발전기, 제어기의 변수를 감시하며 동시에 데이터 베이스를 구축하여 원자력 비상디젤발전기의 성능과 기기의 열화, 신뢰도 저하를 감시하는 시스템이다. 운전 중 변수의 실시간 감시가 가능하고 취득한 정보로 SQL 데이터 베이스를 생성한다. 이 시스템과 연계된 데이터 시스템에서는 이 자료를 인터넷으로 검색하는 프로그램을 개발하여 시험 후에 다수의 사용자가 시험 결과 및 추세 분석을 할 수 있다. 그리고 이 기술을 이용하면 비상디젤 발전기뿐만 아니라 발전소내의 다른 중요한 기기의 성능감시, 분석 및 신뢰도 감시에도 적용이 가능하다.

## 4. 참고문헌

- [1] IEEE Standard Criteria for Diesel-Generator Units Applied as Standby Power Supplies for Nuclear Power Generating Stations, IEEE Std387-1995
- [2] 원자력발전소 비상디젤발전기의 성능 감시시스템 설계, 원자력학회, '98 추계 학술대회 1998.10.31.
- [3] 영광 1,2,3,4 호기 비상디젤발전기 성능 감시 및 신뢰도 데이터 시스템 개발 (분기 보고서), 원자력 연구소, 1999.4