

저렴한 비용의 TEST CELL 설계

류일복*

ABSTRACT

엔진의 지상성능시험에는 여러 단계의 시험을 거쳐야 하는데 그 중에서 지상성능시험은 엔진의 성능상태를 확인하는 시험이다. 여기에 TEST CELL(엔진시운전실)의 구성품을 추구하는데 저렴한 비용으로 설계하는 방안을 열거하고자 한다.

초 록

TEST CELL(엔진 시운전실)은 다양한 형태의 자원들이 결합한 종합 시스템이다. 즉, 건물 및 각종 설비로부터 엔진운용에 직접적으로 필요한 각종 제어 및 계측장비, 그리고 엔진운용자가 안전하고 정확하게 엔진을 구동하고 그 결과를 빠르고 쉽게 분석하게 하는 장비 및 운용 소프트웨어에 이르기 까지 다양한 특성의 많은 서브 시스템들이 유기적으로 결합되어야 한다. 또한 주변 환경에 최대한 영향을 주지 않도록 소음, 진동 등이 발생되지 않아야 하므로 그 전체 시스템구성이 복잡하고 다양한 분야의 전문적인 지식과 시스템기술을 필요로 한다.

1. 서 론

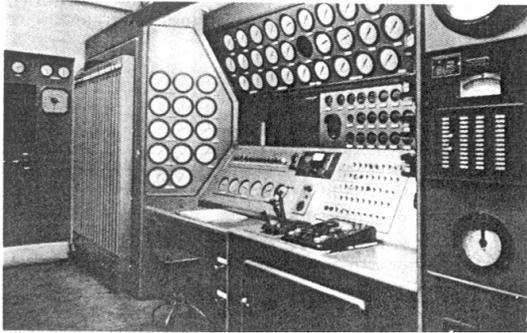
고도의 시스템 설계기술을 필요로 하는 엔진 시운전실은 엔진 시험을 위한 전용 설비이므로 기존 시운전 설비의 문제점 및 개선 방안을 시스템 설계 시에 충분히 반영하여 사용자가 사용하기 편리하고 신뢰성 있는 시운전실을 갖출 수 있도록 하여야 한다.

다음의 그림은 전형적인 엔진시운전을 수행하는 Test Cell과Control Room을 보여주고 있다.

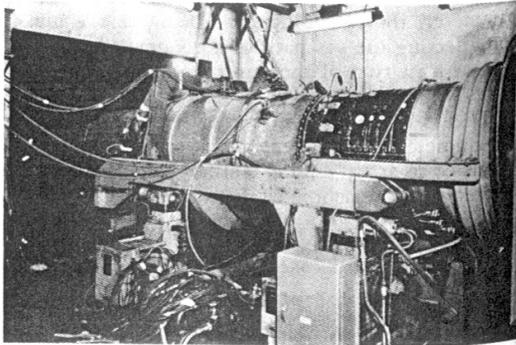
이번에 추진하고자 하는 지상 시험 장치는 엔진을 시운전할 수 있는 설비를 구축함과 동시에 시운전 사용되는 목적에 부합 되도록 설계/제작 하여 설치하는 것이다.

따라서 엔진 시운전실 시스템 설계시에 시운전 및 성능확인 시험에 적합하고 또한 운용요원의 교육에 적절히 대처할 수 있도록 요구사항을 반영한다.

* (주) 다복
연락처, E-mail: yoo5701@hanmail.net



(a) Control Room



(b) Test Cell

1.1 시운전실 요구조건

- 본 엔진 시운전실 시스템의 구성은 효율적인 제작비용을 투입하여 저렴한 유지비용으로 엔진 시험을 가능하게 하도록 엔진시운전실 기타 부가시스템을 최대한 효율적으로 설계하고, 엔진운용에 필요한 각종 장비와 안전장치를 적은 공간에 최대한 집적하여 설계한다.
- 본 엔진 시운전실은 시스템의 향후 확장성이 고려 되어야 한다. 시스템의 기본 건물 크기는 추력 5000lb급 터보엔진을 후 연소기(Afterburner)를 사용하지 않는 범위 내(추력 2,400lb)에서 엔진 시험이 충분히 가능하도록 설계한다.

- 엔진 시운전실은 엔진 운용시 주변환경에 최소한의 피해가 발생하도록 소음을 최대한 억제시킨다. (시운전실 외벽으로부터 30m 거리에서 65dB이하)
- 엔진 시운전실은 운용유지비를 최소화 할 수 있도록 설계하며 이를 위해 각 서브시스템 선정 및 설계 시 최대한 이를 반영하고, 정비가 용이해야 하며 최소한의 비용으로 수리할 수 있도록 한다.
- 본 엔진 시운전실은 운용 요원들의 안전을 보장할 수 있어야 하기 때문에 특히 운용 중 비상 상황 발생시 안전한 시스템 정지와 사후 조치를 취할 수 있도록 설계한다.
- 엔진의 운용에 필요한 공간 확보 및 교육 공간으로 충분한 크기를 갖도록 설계하며 엔진의 시운전 및 교육 공간, 타 용도로의 활용이 가능하도록 설계 한다.

1.2 엔진 제어실

엔진제어실은 엔진 공용으로 이용할 수 있도록 구성한다. 엔진제어실에서 엔진의 시운전실을 모두 관찰할 수 있도록 방탄, 방폭 창을 설치한다. 그리고 엔진 시운전실에서 발생하는 상황을 모니터링할 수 있는 카메라와 모니터를 설치하며, 또한 시운전실내의 소음의 정도를 선택하여 들을 수 있는 장치도 설치한다.

엔진 제어실의 바닥은 20 cm 높이의 floor로 설계, 제작하며 이 부분의 밑으로 각종 센서 및 배선들이 지나갈 수 있도록 한다. 그리고 항상 일정한 온도와 습도가 유지될 수 있도록 환온 및 항습설비를 설치한다. 설비 기준은 외기온도 45°C를 기준으로 실내온도 18°C 이하가 될 수 있도록 하고, 항습의 경우, 기기에 영향을 미치지 않는 범위를 항상 유지시킬 수 있도록 한다.

엔진 Power level가 운용자의 사용하기에 편리한 위치에 설치되어 있으며 그 후방에 각종 제어용 스위치 및 밸브 조절용 스위치 등이 위치한다. 그리고 작동 상태를 알 수 있는 계기들이 설치되어 있어 시운전 중 엔진의 작동 상태를 쉽게 모니터링할 수 있도록 배치된다.

2. 엔진제어 및 데이터 획득 장비

엔진 및 설비에 각종 센서를 부착하여 엔진의 제어에 이용하며, 시험 중간 및 시험완료 후에 엔진의 특성을 분석할 수 있도록 물리적인 값을 전기적 신호로 변환시켜 주며, 제어 알고리즘을 이용하여 엔진을 운용하는데 필요한 장비들의 집합체를 말한다. 이러한 시스템을 설계하여 제어실에 설치한다.

3. 센서 및 Signal Conditioning부

3.1 센서

엔진에 장착되어 발생하는 실제 물리량을 획득하는 Sensor 부로서, 획득 Parameter는 엔진시험 주요 기록 자료 항목과 성능계산에 필요로 하는 데이터를 획득하는 수량과 spare 로 구성한다.

3.2 Actuator

엔진 및 facility 에 장착되어 연료, 오일, 점화장치, Power lever등 엔진구동에 요구되는 각종 보기류의 동작을 일으키는 부분으로 구성한다.

엔진의 시운전에 필요한 각종 센서와 스위치 및 밸브류를 작동하기 위해서 필요한 Actuator의 채널 수량이다.

3.3 Signal Conditioning 부

센서 및 Actuator로 입출력 되는 신호를 Computer의 A/D, D/A Conversion, Discrete 부에서 인식하고 제어 할 수 있는 형태로

변환해주는 장비가 Signal Conditioning 부이다. Signal Conditioning은 PLC Signal Conditioning부와 DAS computer로의 Signal Conditioning으로 구분하여 구성한다.

4. Control부

지상 시험 장치의 엔진제어 및 데이터 획득 장비에서 Control 부는 Engine 및 Facility를 운용자가 제어하고 각종 제어에 필요한 조작을 담당하는 부로서 Touch Panel과 Power lever로 구성된다.

4.1 Programmable Engine Control Module (PECM)

전체적인 엔진시험을 관장하는 부분으로서 user에 의한 시험 schedule setting과 PLC를 통하여 facility를 제어하는 기능, PLA를 통하여 엔진 추력을 조절하는 부분을 통제하며, control panel로부터 입력되는 각종 제어신호에 맞추어 각 actuator가 정확하게 제어되도록 한다. 또한, 엔진 시험 및 시험 중 발생하는 모든 data를 기록하고 사후 분석하는 기능을 관장 한다.

4.2 Programmable Facility Control Module (PFCM)

엔진 시동용 Starter 운용, 연료 유량 조절등 주변 Facility의 운용을 담당하는 부분으로 특히, 시동 및 정지시 정밀제어 시간 제어를 하고 운용시 안정성을 제공한다. PLC를 통하여 각 facility(ignition relay, fuel solenoid valve, air solenoid등) 운용시 timing을 정밀하게 제어하여 최적의 조건으로 점화 및 시동 하고, 엔진 정지 시에도 정해진 timing에 의해 정지 시킨다.

4.3 Power Lever Control System (PLA)

Control Console에서 운용자가 엔진의 추력을 조절하도록 하는 servo system으로서 Transmitter (Main Handle), control and indicator module, Receiver module로 구성되어 있다. 또한, Power lever는 Lever assembly, Control box, Servo Motor, Linkage 로

구성되며, 최대/최소 값을 설정할 수 있고 엔진 Fuel control box의 실제 변위 량을 PLC 및 DAS computer 로 전송하여 엔진제어 및 시스템 성능분석에 이용한다.

Transmitter는 Engine Throttle lever와 비슷한 형상으로 운용자가 직접 손으로 lever 각도를 조절하면 그 신호를 Receiver에 전달하고 Receiver는 position feedback을 이용하여 실제 엔진에 장착된 control lever의 정확한 위치각을 제어한다. PLA system은 Handle의 위치각 및 실제 제어되는 위치 값을 Main Computer에 Analog Voltage 형태로 전송한다.

5. 저렴한 비용의 설계부분

5.1 저렴한 가격, 최대 채널 효과 낮은 데이터 샘플링 시간

(10~50Hz)에 최대한 많은 채널의 데이터 획득을 위해 아날로그 입력 채널을 PXI에 비해 상대적으로 저렴한 SCXI(1102C) 이용하여 처리할 수 있다.

5.2 가속도 진동앰프의 선정

가속도를 얻을 수 있는 진동 앰프의 가격이 비싼 관계로 낮은 가격의 진동 앰프와 소프트웨어적인 처리를 통해 저렴한 비용으로 원하는 데이터를 추출함.

기존의 가속도용 진동앰프인 경우에는 약1천만 원이상의 고가를 사용한 부분을 수백만원의 가속도 진동앰프를 사용하여 데이터를 추출하였다.

5.3 효과적인 Display 및 User Interface 부

테스트 특성상 많은 채널을 한번에 모니터링 할 수 있는 시스템이 필요하지만 화면에 표시되는 양이 많을수록 일반 PC에 부하가 발생되어 데이터 획득에 문제가 생기는 경우가 많음. -> 이를 해결하기 위해 두 대의 PC를 이용하여 모니터링 (각 PC 당 별도의 장비 부착 없이 2개의 모니터 설치가능) 부하를 분산하고 이를 기가랜으로 연결하여 데이터 통신상의 문제도 해결하였으며 각 이종 간의 데이터 통신(TCP/IP, RS232, FP, PXI 등) 부하도 분산 할 수 있게 되었습니다.