

# 우주발사체 검사시스템 설계

## Design on the Checking System of the Space Launch Vehicle

홍일희, 김양모  
Il Hee Hong, Yang Mo Kim

**Abstract** - 우주발사체 검사장비는 umbilical 신호를 기준으로 발사체 내부 analog input/output, discrete input/output, 외부 전원 공급, 각 제어기의 RS-422 인터페이스 구현 및 제어를 통해 우주 발사체의 기능을 통합 검사하는 것을 주 목적으로 하며 우주 발사체에 탑재되는 전기/전자시스템의 개발시험 이후 시스템 레벨에서의 통합 기능시험을 수행하는 시스템이다. 본 논문에서는 우주발사체에 적용될 검사장비의 설계 및 적용 방안에 대해 기술할 것이다.

**Key Words** : 우주발사체, 검사시스템, Umbilical 신호

### 1. 서 론

우주발사체 상단부를 개발 과정에서 발생하는 시험으로는 상단에 탑재되는 전기/전자 서브시스템의 자체 개발시험과 시스템 레벨에서의 기능시험으로 구분될 수 있다. 각 서브시스템의 개발시험은 서브시스템 자체의 점검시스템을 활용하여 서브시스템의 기능을 검증한다. 각 서브시스템이 조립된 시스템 레벨에서의 상단부의 기능시험을 수행하기 위해서 발사체 상단부와 umbilical 커넥터 기준의 전기 신호 인터페이스가 구현된 통합화된 검사시스템이 요구된다. 본 논문에서는 이러한 요구를 충족시키기 위한 발사체 상단부 검사시스템의 설계 방안에 대해 기술하고자 한다.

### 2. 상단부 검사시스템

#### 2.1 검사시스템 개요

우주발사체 상단부 검사시스템은 상단 발사체와 전기적 umbilical 인터페이스를 갖는다. 전기적 인터페이스는 상단에 탑재된 전기/전자 서브시스템에 외부전원을 공급하는 전원 인터페이스와 discrete 명령 입/출력 인터페이스, analog 신호 입/출력 인터페이스, 상단부의 전원 제어를 위한 serial 통신 인터페이스로 구분할 수 있다. 상단부와 검사시스템의 인터페이스 블록다이어그램은 그림1과 같다. 이러한 복합적인 기능을 구현하기 위해 최근 산업 분야에 활용되고 있는 PXI기

반의 제어 시스템을 이용한다. 일반적으로 PXI기반의 제어 시스템은 제어계측 분야를 target으로 한 다목적 시스템이라 할 수 있다. 고속 PCI 버스 기반의 S/W, H/W 어플리케이션을 그대로 적용할 수 있다는 장점을 갖고 있고 cPCI 규정을 준수하면서 극한의 진동, 충격, 온도, 습도 및 산업 환경에 적합하도록 규정되어 있다. 따라서 상단부 검사시스템에 적합한 시스템이라 할 수 있다.

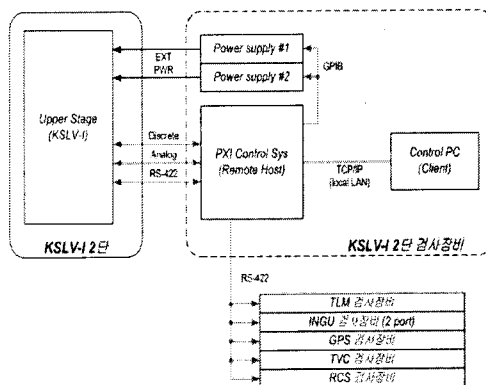


그림 1. 상단부와 검사시스템의 인터페이스

#### 2.2 검사시스템 H/W 설계

상단 검사시스템의 H/W는 통합적인 제어기능 구현을 위한 PXI 제어시스템과 상단부 외부전원을 공급하기 위한 전원 공급기, PXI 제어시스템의 외부인터페이스를 위한 터미널 블록, umbilical test 케이블과의 물리적 인터페이스를 위한 커넥터 패널, 검사장비 내부 하니스, 상기 H/W를 탑재하고 이동의 편의성을 위한 rack 등으로 구성한다.

저자 소개

- \* 홍일희 : 忠南大學 電氣工學科 博士課程
- \*\* 김양모 : 忠南大學 電氣工學科 教授 · 工博

### 2.2.1 PXI 제어시스템

PXI 제어시스템은 H/W 제어를 위한 주 제어기와 discrete 및 analog, RS-422 통신, GPIB 통신 인터페이스를 위한 PXI 제어 보드로 구성한다. 그림 3은 PXI 제어시스템의 블록다이어그램을 보여준다. 그림2에서 알 수 있듯이 상단부 검사시스템의 실제적인 운용은 remote control PC에서 이루어진다. 이는 향후 위험 조건에서의 시험환경을 고려하여 운용자의 안전을 고려하였기 때문이다.

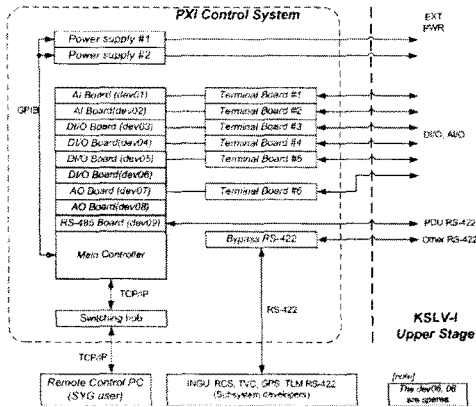


그림 2. PXI 제어시스템의 블록다이어그램

#### ○ 주 제어기

PXI 제어시스템의 주 제어기는 analog, discrete, RS-422 통신, GPIB 통신 인터페이스 제어를 수행하는 기능을 갖는다. 주 제어기는 window XP 운영체제 기반의 labview 프로그램 coding으로 기능을 구현한다.

#### ○ Discrete 제어보드

Discrete 제어보드는 입력 3, 출력 3의 port로 구성되어 있고 각 port는 각각 8개의 채널로 구성되어있다. 따라서 입력 24개의 채널, 출력 24개의 채널로 구성된다. 상단부에서 요구되는 DO 채널은 50이며 DI 채널은 6이다. 정량적 discrete 제어보드의 사양은 아래 표1과 같다. 표1에서 알 수 있듯이 DO는 on 저항이 35 Ω인 solid state relay 출력이며 DI는 on 저항이 3 kΩ인 optical 출력으로 DO/DI 모두 전기적으로 절연된 인터페이스를 가짐을 알 수 있다.

표 1. Discrete 제어보드 사양

항목	세부항목	사양
입력채널	DI	3 ports (24 ch)
	DO	3 ports (24 ch)
출력범위	DI	0 ~ 28 Vdc
	DO	0 ~ 60 Vdc
절연특성	DI	optically isolated
	DO	solid state relay
전류용량	DI	24V input일 때 max 8mA/ch
	DO	max 120mA switching current
온 저항	DI	3 kΩ
	DO	35 Ω

#### ○ Analog 제어보드

발사체 상단부에서 요구되는 AI 채널은 20이며 AO 채널은 10이다. AI 제어보드의 경우 발사체 상단부의 전류신호를 pull down 저항을 활용하여 0 ~ 10V 전압으로 변환시켜 수신한다. AO 제어보드의 경우 발사체 탑재된 피어로 점검을 위해 0 ~ 5 mA의 전류를 출력한다. 자세한 사양은 아래 표2, 3과 같다.

표 2. Analog Output 제어보드 사양

항목	규격
CH	16 current / 16 voltage
Resolution	16 bits
Output range	0 ~ 20 mA, ± 10 V

표 3. Analog Input 제어보드 사양

항목	규격
Analog inputs	16 SE / 8 DI
Input resolution	12 bits
Max sampling rate	1.25 MSPS (MUX)
Input range	± 0.05 ~ ± 10 V
Analog output	2
Output resolution	12 bits
Output range	± 10 V
Output rate	1 MSPS

#### ○ RS-422 제어보드

발사체 상단부에 탑재된 전력분배장치의 RS-422 통신 속도는 38,400 bps이며 Tx 데이터의 경우 sync 및 데이터를 포함하여 총 33 words가 한 개의 프레임을 구성한다. 실제 지상시스템으로 전송하는 Tx 데이터는 100 Hz로 프레임을 전송한다. 따라서 검사시스템에서 수신할 수 있는 전력분배장치 Tx 데이터는 100 Hz이다. 검사시스템에서의 RS-422 제어보드의 사양은 아래 표4와 같다.

표 4. Analog Input 제어보드

항목	규격
CH	4
Max transfer rate	460.8 kbps
Optical isolation	yes
I/O connector	10 position jack

### 2.2.2 전원공급기

검사시스템의 전원공급기는 상단의 외부전원으로 주 전원공급기, FTS 전원공급기를 적용하고 내부 discrete pull up 및 RCS 밸브 제어를 위한 SMPS를 적용한다. 주 전원공급기는 발사체 상단의 functional/activation 부하의 외부전원을 공급하는 역할을 수행하며 FTS 전원공급기는 FTS 시스템의 외부전원을 공급한다. SMPS는 PXI 제어시스템의 DI/O, AI/O의 pull up 전원과 RCS의 vent/latch 밸브 구동 전원으로 활용한다. 주 전원공급기와 FTS 전원공급기는 PXI 제어시스템에 의해 GPIB 원격제어를 구현한다. 각 사양은 부하용량을 고려하여 주 전원공급기는 2000 W 급 60V/35A 로 선정하였고 FTS 전원공급기는 200W 급 50V/4A 로 선정하였다. SMPS의 경우 RCS 밸브제어를 고려하여 300W 28V

로 적용하였다.

### 2.3 검사시스템 S/W 설계

상단 검사시스템 프로그램은 사용자 이벤트에 따른 discrete 명령 또는 analog 전류 출력을 생성시키거나 상단의 discrete, analog 신호를 수신하는 DAI/O 제어모듈, PDU RS-422 통신제어모듈, 전원공급장치 GPIB 제어모듈, 2단 검사장비 원격제어모듈과 같이 크게 4가지로 구분될 수 있다. 그림 3는 검사시스템 프로그램의 구성 다이어그램을 보여준다. 그림4는 상단 검사시스템 프로그램의 기능별 요구조건을 나타낸다.

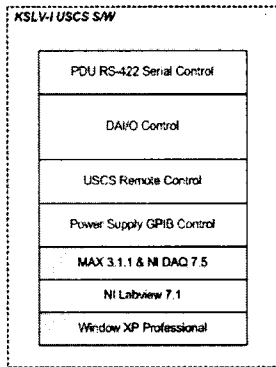


그림 3. 검사시스템 S/W 구성도

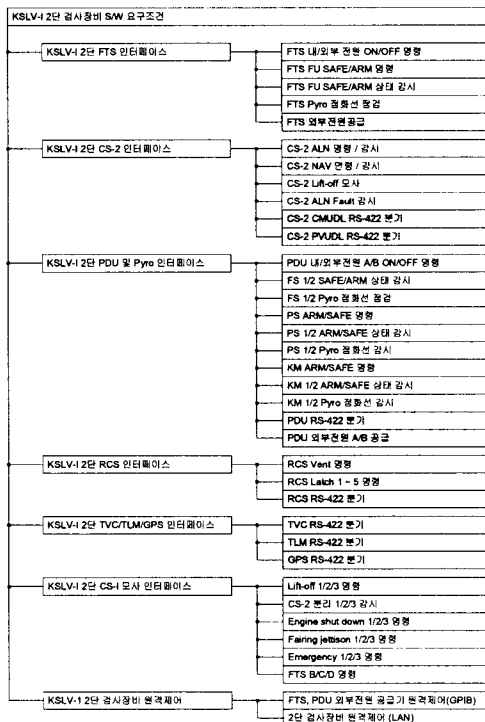


그림 4. 검사시스템 S/W 요구조건 Tree

### 2.4 검사시스템 UI 설계

주요 UI의 설계 예는 아래 그림 5, 6과 같다.

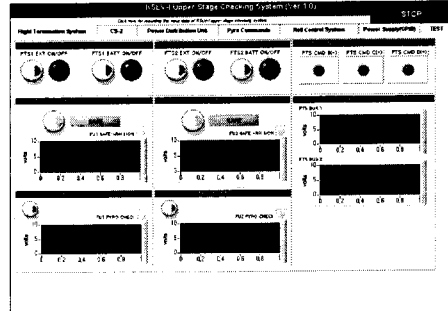


그림 5. 상단부 FTS 서브시스템 UI 설계

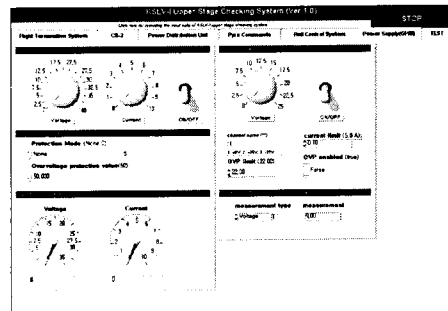


그림 6. 검사시스템 전원공급기 GPIB UI 설계

### 3. 결론

발사체 상단부의 시스템 레벨의 기능시험의 경우 각 탑재되는 서브시스템의 점검장비를 활용하는 것이 판례화 되었다. 이로 인해 해당 점검장비 담당자의 부재나 점검장비가 다른 용도로 쓰일 경우 시스템 레벨의 기능시험에 제약이 받게 되는 단점이 존재한다. 또한 각 단품별 점검장비가 쓰임에 따라 통합적인 운용에 불편함이 존재한다 할 수 있다. 발사체 상단부의 총 조립된 이후 즉, 시스템 레벨에서의 기능시험이 원활하게 진행되기 위해 umbilical 기준의 상단부 검사시스템이 요구된다. 본 논문에서는 발사체 상단부 검사시스템의 설계 개념에 대해 기술하였다.