

통신해양기상위성의 탑재체 접속장치 설계에 관한 연구

조영호*, 원주호*, 최재동*, 양군호*
한국항공우주연구원*

A Study of Payload Interface Unit Design for COMS
(Communication Ocean & Meteorological Satellites)

Young-Ho Cho*, Joo-Ho Won*, Jae-Dong Choi*, Koon-Ho, Yang*
Korean Aerospace Research Institute*

Abstract - The Payload Interface Unit (PIU) provides the interface between payload equipment (GOCI, MODCS and Ka Band P/L) and the SCU. The PIU is a MIL-STD-1553-Bus Remote Terminal (RT). The MPIU distributes commands to, acquires telemetry from and takes part in the thermal control of the payload equipment. When in ON mode, the PIU is completely observable and can be used for payload control. When in OFF mode, the PIU is non active except the thermal control electronics .

1. 서 론

국내 최초 정지궤도 개발위성인 통신해양기상위성은 2008년 발사되어, 고도 36,000km 상공에서 위성통신, 해양관측 및 기상관측서비스의 복합임무를 수행하도록 설계하고 있다. 이러한 임무들은 Ka-band 탑재체, GOCI(Geostationary Ocean Color Imager) 탑재체 그리고 MI(Meteorological Imager) 탑재체들에 의하여 수행되고 있다. 특히 기상분야 국내 독자 위성 확보와 세계 최초로 정지궤도 해양 센서를 활용함으로써 국가 기상 재난 조기 예측체계를 구축하고, 해양자원의 관리 및 해양 환경보존을 통한국민의 복지증대를 위하여 개발하고 있다[1].

탑재체 인터페이스 장치는 GOCI 탑재체, Ka-대역 통신 탑재체 및 MODCS와의 인터페이스 기능을 담당한다. 탑재체 인터페이스 장치는 탑재 컴퓨터로부터 명령 정보를 전달받아 해당 탑재체에 이를 분배하고 각 탑재체로부터 수집된 상태 데이터를 탑재 컴퓨터로 전달하는 기능을 수행한다. 아울러 이들 탑재체 모듈의 온도 제어기 역할을 수행한다. 통신해양기상위성의 경우 총 6장의 TTI(Telecommand & Telemetry Interface) 보드를 사용한다.

본 논문에서는 통신해양기상위성의 탑재체 인터페이스 장치에 대한 설계 개념하고 주요 기능에 대한 하드웨어 설계를 기술하였다.

2. 탑재체 접속장치 설계[4],[6]

2.1 시스템 구성

그림 1은 탑재체 접속장치의 전체 구성도이다. 탑재체 접속장치는 내부에 이중화 구조를 가지고 있으며 한쪽에 전원이 인가되면 다른 쪽은 인가되지 않는 cold 잉여구조로 고신뢰성을 갖는 시스템이다. 간략히 내부를 간략히 살펴보면 위성 전체를 제어하는 탑재 컴퓨터와 통신을 하기 위하여 MIL-STD-1553B 버스를 지원하는 버스커플러 모듈이 있어 탑재 컴퓨터로부터 명령어를 받아 자신의 제어하거나 해당 탑재체를 제어 및 전달하는 기능과 수집된 정보를 탑재 컴퓨터에 넘겨주고 있다. 또한 2개의 컨버터가 있어, 첫 번째 컨버터는 탑재체 접속장치의 내부에 필요한 2차 전원을 공급하는 역할을 담당한다. 두 번째 컨버터는 탑재체에 전달되는 높은 전압의 펄스 형태의 명령어에 필요한 전력을 공급하도록 되어 있으며 고장에 대한 보호기능을 가진 고신뢰성의 회로들로 구성되어 있다. 또한 탑재체의 여러 가지 상태 혹은 명령어들을 받고 줄 수 있는 지속시리얼 버스의 마스터 장치의 기능도 있다. 마지막으로 탑재체에 실제 명령어 신호와 상태정보를 획득하는 6장의 TTI(Telecommand and Telemetry Interface) 보드들이 있다. 이 보드에는 탑재체에 장착된 릴레이를 구동시킬 수 있는 펄스형 명령어와 상태정보를 읽을 수 있는 부분 및 히터를 제어할 수 있는 장치들로 구성되어 있다. 그래서 각 TTI 보드는 총 127종의 명령 신호와 72종의 아날로그, 32종의 바이레벨 원격측정 정보를 취급할 수 있는 용량을 가지고 있으며 이외에 8개의 정밀 온도 제어를 위한 히터 제어 회로를 포함하

고 있다. 특히 히터 제어 회로를 이용하여 탑재체의 온도 제어기 역할을 수행한다. 그림 2는 통신해양기상위성에 사용된 탑재체 접속장치의 사진이다.

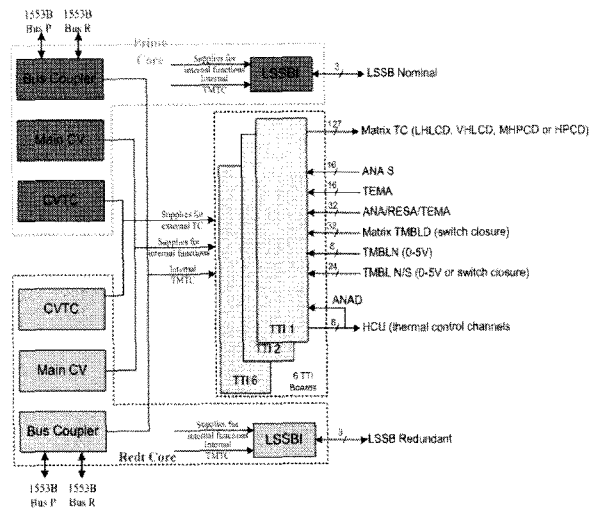


그림 1. 탑재체 접속장치 전체 구성도

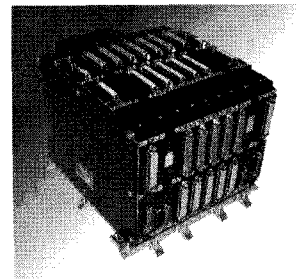


그림 2 탑재체 접속장치 사진

2.2 TTI(Telecommand and Telemetry Interface) 보드

TTI 보드는 탑재체에 명령 정보를 전달하거나 다양한 상태정보를 수집하는 기능을 수행하므로 탑재체의 설계에 따라 인터페이스 채널 용량이 바뀔 수 있다. 그러므로 탑재체 접속장치는 보드를 최대 8장까지 확장할 수 있도록 설계하였으며 현재 통신해양기상위성에서는 6개를 사용하고 있다.

그림 1에서처럼 각 TTI보드의 제원을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 127개의 매트릭스 명령어
 - ✓ 아래와 같이 4가지 형태의 명령어를 선택 가능한 구조

명령어 종류	전압	펄스폭
LHCPD	14V	48ms
VHLCD	28V	100ms
MHPCD	28V	300ms
HPCD	28V	750ms

✓ COLUMN(16) X LINE(8) 형태의 매트릭스 구조

② 아날로그 획득 채널

- ✓ 16개의 아날로그 획득
- ✓ 16개의 온도센서 신호 획득부
- ✓ 32개의 configurable 아날로그
- ✓ 12비트 A/D 컨버터 사용했으며 8 채널의 Mux 2단으로 구성
- ✓ 히터 제어 전용의 8채널의 differential 아날로그 획득

③ 바이레벨 획득 채널

- ✓ 릴레이 스위치 ON/OFF 상태 획득: 매트릭스(8X4) 구조로 32 채널
- ✓ 0/5V 레벨 측정 8채널
- ✓ 상기 두 모드 중 하나 선택 가능한 24개의 configurable 채널

④ 히터제어 채널

- ✓ 5개의 50W와 3개의 20W 히터 제어채널

특히 아날로그와 바이레벨 채널은 MIL-STD-1553B 통신을 통하여 0.1, 1, 혹은 10Hz 주기로 탑재소프트웨어의 요구서비스를 수행할 수 있도록 구성되어 있다. 그리고 획득된 값의 유효성(validity)은 해당 전장품 혹은 기능부분의 동작여부에 따라 의존하는데 이러한 정보들은 데이터베이스의 보정(calibration) 알고리즘에 정의되어 있다. 모든 획득회로는 크로스스트랩(cross-strapped) 되어 있으며 실제 외부 접속 커넥터 혹은 최종 MUX 채널에서 하나로 합쳐지도록 설계하였다.

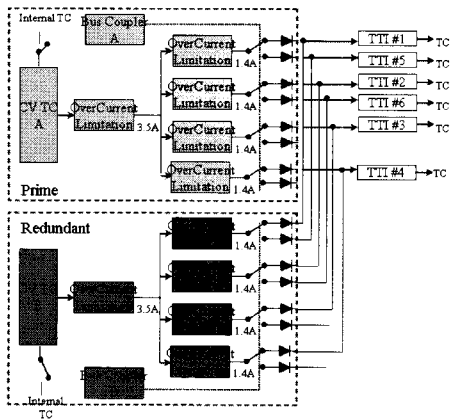


그림 3 매트릭스 명령어 보호회로

그림 3처럼 매트릭스 명령어는 4가지 동일타입의 명령어를 동시에 보낼 수가 있도록 되어 있다. 특히 저전압(undervoltage) 검출회로와 과전류(overcurrent) 보호회로가 있어 외부 즉 탑재체의 일부 회로가 단락 고장 같은 형태가 발생하도록 최대한 그 여파가 탑재체 접속장치의 다른 회로에 영향을 줄일 수 있도록 2단 구조로 과전류 보호 회로를 구성하였다.

2.3 저속 시리얼 버스(Low Speed Serial Bus)

탑재체 내부에 필요한 여러 가지 설정 명령 혹은 그에 해당하는 상태와 운영결과로 도출될 수 있는 디지털 정보데이터를 받기 위하여 탑재체 접속장치는 저속 시리얼 버스를 갖고 있다.

저속 시리얼 버스는 1개의 마스터 버스 컨트롤러와 최대 32개의 슬레이브 버스가 연결할 수 있는 시스템이다. 탑재체 접속장치는 주요부와 잉여부에 각각 3채널의 마스터 버스 컨트롤러가 있다. 이 버스에서는 다른 2개의 데이터 전달형식이 있는데 다음과 같다.

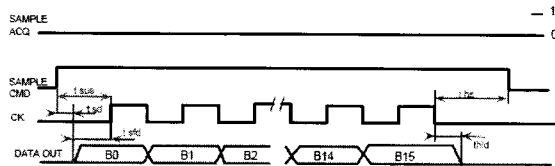


그림 4 시리얼 명령어 타이밍도

① 시리얼 명령

그림 4와 같은 타이밍 순서에 의하여 마스터 버스에서 16비트 위

드가 슬레이브 버스에 보낼 때 사용되는 형식이다. ACQ 신호는 low이고 CMD 신호가 high가 될 경우 클럭에 맞추어 16비트의 위드가 전달되어진다. 클럭 주파수는 최대 16KHz까지 가능하다. 또한 16비트 위드의 구조를 다음과 같이 갖도록 설계하였다.

비트위치	기능
0 to 4	슬레이브 주소
5 to 14	사용자 데이터
15	패리티 비트

② 시리얼 텔레메트리

2개의 16비트 위드가 1개의 슬레이브에서 마스터 버스로 반복적으로 보내진다. CMD 신호는 low이고 ACQ 신호는 High가 될 경우 클럭에 맞추어 첫 번째 텔레메트리 16비트가 받아지고 ACQ 신호는 Low 상태로 갔다가 다시 High로 유지될 경우 클럭에 맞추어 두 번째 텔레메트리 16비트가 받아지도록 구현하였다.

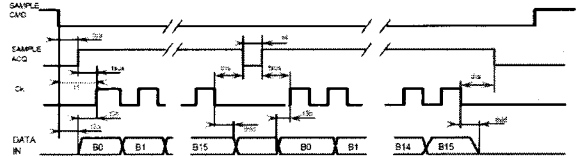


그림 5 시리얼 텔레메트리 타이밍도

3. 결 론

통신해양기상위성은 한반도의 기상변화를 예측하기 위한 기상탐재체와 해양을 관측하기 위한 해양탐재체, 위성통신 서비스를 제공하기 위해서 Ka-대역 전파를 사용하는 통신탐재체를 내장한 정지궤도복합위성이다. 이러한 기능이 잘 수행되기 위해서는 위성본체에 의하여 잘 제어되어야 하면, 동시에 탑재체의 상태를 잘 모니터링할 수 있는 인터페이스 장치가 필수적이다. 본 논문에서는 통신해양기상위성에서 사용되는 탑재체 접속 장치의 전반적인 설계 개념과 주요 부분의 설계 방법을 간략히 기술하였다. 본 기술은 향후 정지궤도 위성의 탑재컴퓨터 개발에 기초 기술이 될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 “통신해양기상위성 시스템 및 본체 개발사업” 개발과제로 교육과학기술부지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

[참고 문헌]

- [1] 조영호, “MIL-STD-1553B 버스를 이용한 통신해양기상위성의 시스템 버스 설계 및 해석”, 대한전기학회 논문지, 1285-1289, 2008.
- [2] 조영호 외, “KOMPSAT2 탑재컴퓨터 설계, 성능 분석 및 시험”, 대한전기학회 논문지, 2000-2003, 2004.
- [3] 조영호 외, “다목적 실용위성의 전력계 제어장치를 위한 프로세서 모듈 개발”, 대한 전기학회 하계학술대회 논문집, 용평, D. 2999 - 222, 2003.
- [4] “COMS System CDR presentation materials”, Astrium 2007.
- [5] “COMS TMTC Allocation” COMS.BG.00018.DP.T.ASTR, KARI, 2006
- [6] “EUROSTAR 3000 MPIU DESIGN REPORT”, EUR3 -NT-PI UM-484-V-ASTR, Astrium, 2005.
- [7] Wiley J. Larson and James R. Wertz, Space Mission Analysis and Design Second Edition, Kluwer Academic Publishers, 1992.
- [8] Vincent R. Lalli, Robert E. Kastner and Henry N. Hart, Train in Manual for Elements of Interface Definition and Control, N ASA reference publication, 1997