통신해양기상위성 통신탑재체 데이터 접속 적합성 분석

최재동*, 조영호, 김의찬
한국항공우주연구원*

Data Bus Compatibility Analysis of COMS Communication Payload

Jae-Dong Choi*, Young-Ho Cho, Eui-Chan Kim
Korea Aerospace Research Institute*

Abstract - In this paper, the electrical interfaces used in between COMS satellite bus and Ka-band communication payload are analyzed to verify the robustness of data bus. The purpose of the serial data bus of satellite is to allow serial data transfer between one bus controller or source equipment to several user terminals or slave equipments. A serial data bus in COMS satellite is mainly used for Channel Amplifier and Digital Control Unit of Ka-band Payload.

1. 서 론

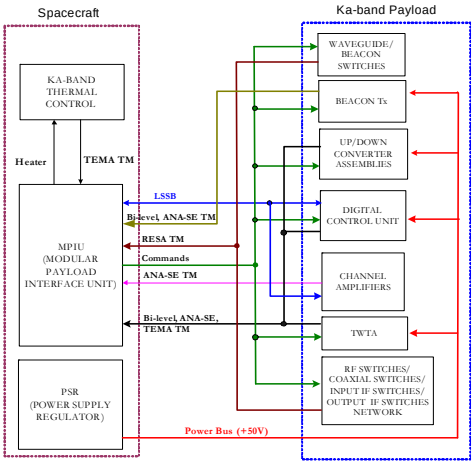
국내 최초 정지궤도 개발위성인 통신해양기상위성은 3,600Km 정지궤도 상공에서 Ka-band 위성통신, 해양관측 및 기상관측 임무를 갖는다. 기상관측의 경우 악기상의 조기감지를 통해 국가 기상 재난의 예방이 가능하게되며, 해양 탑재체의 경우 세계최초의 정지궤도 해양센서를 활용한 해양자원의 관리 및 해양환경보존이 가능하게 된다. 또한 통신탑재체의 경우는 점차 증가되고 있는 국내통신수요에 대해 점진적인 대체가 예상된다. 이러한 기상, 해양, 통신탑재체는 위성본체 시스템에 장착되어 정지궤도에서 운영기간동안 임무를 수행하게 된다. 각 탑재체가 위성본체에 장착 시 탑재체와 위성본체와 사이의 전기, 기계 및 열 접속 적합성에 대한 분석이 요구된다[1-2].

통신탑재체의 경우 위성 본체 시스템에 포함되어 있는 탑재체 접속유닛과 전기적 접속이 이루어진다. 탑재체 접속유닛은 명령을 분배, 측정 획득 및 열제어 기능을 제공하며, 서로 다른 타입들의 입력과 출력를 제공하여 통신탑재체의 디지털 제어 유닛과의 접속을 최적화한다. 탑재체 접속유닛은 주 전력 컨버터, 시스템 버스 커플러 및 원격명령/텔레메트리 운영을 위한 두개의 모듈과 원격명령 컨버터 및 직렬데이터버스(Low Speed Serial Bus)를 위한 모듈을 포함한다. 직렬데이터버스는 탑재체와 본체로 구성되는 위성시스템내의 각 전장품들 사이에 주 버스제어기와 여러 개의 사용자 터미널사이의 직렬데이터를 전송하기위해 사용된다. 이러한 직렬데이터는 명령과 텔레메트리로 구분되는 두 가지 형태의 데이터 전송방식을 갖는다. 먼저, 직렬데이터 명령은 16 비트 워드로 구성되며 버스 제어기로부터 사용자 터미널에 전송되며, 텔레메트리는 터미널로부터 반복적으로 버스제어기로 두 개의 16 비트 워드가 전송된다. 모든 터미널 버스 사용자는 위성의 임무기간 중 버스의 안정성을 고려하여 주 버스와 잉여버스에 접속되며, 각 버스의 접속은 독립적인 하드웨어 접속을 통해 연결된다.

본 연구에서는 위성본체에 포함된 탑재체 접속유닛과 통신탑재체 사이의 전기접속 설계결과가 제시되었다. 또한 통신탑재체의 원격명령 및 텔레메트리 획득을 위해 탑재체 접속장치와의 직렬데이터버스 프로토콜 및 명령흐름도가 분석 되었다. 설계된 직렬데이터버스의 강인성을 검증하기위해 접속시험이 수행되었다.

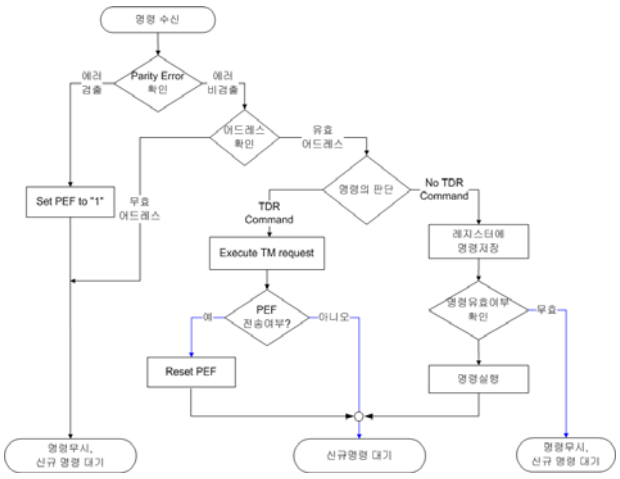
2. 통신탑재체 데이터 버스

위성본체와 탑재체의 전기적 접속을 담당하는 탑재체 접속유닛은 4개의 모듈로 구성되어 있으며, 탑재체 유닛들의 명령을 분배, 측정, 획득 및 열 제어 기능을 제공한다. 또한 서로 다른 타입들의 입력과 출력을 제공하여 통신탑재체 내부의 디지털 제어 유닛과의 접속을 최적화한다. 이러한 탑재체 접속 유닛은 주 전력 컨버터, 시스템 버스 커플러 및 원격명령/텔레메트리 운영을 위한 모듈들과 원격명령 컨버터 및 직렬데이터버스를 위해 접속을 갖는 모듈들로 구성되어 있다. 그림 1은 위성체와 통신탑재체 사이의 주 전력버스, 원격명령 및 텔레메트리의 접속에 관한 전기접속도를 보여준다.



<그림 1> Ka-Band 중계기 전기접속도

그림 2는 터미널로부터 어떤 명령이 수신 될 때 직렬데이터 버스의 명령 흐름도를 보여준다.



<그림 2> 직렬데이터 버스의 명령 흐름도

2.1 직렬데이터버스 프로토콜 예시

Ka-band 통신탑재체의 채널 증폭기와 디지털 제어유닛에 주로 사용되는 직렬데이터 버스는 그림 2의 직렬데이터 버스의 명령 흐름도에서 보여주는 것처럼 명령 검증 텔레메트리 워드를 주기적으로 요청하게 된다. 표 1은 Ka-band 통신중계기 채널 앰프 제어를 위한 명령 프로토콜에 대한 예시를 보여준다. 표 2는 채널앰프의 텔레메트리 프로토콜을 보여준다.

<표 1> LSSB TC Protocol Example for Ka-band Channel Amplifier

Command format #1 : FGM Control CMD

	MSB															LSB
CMD	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
	EA0	EA1	EA2	EA3	EA4	C0	C1	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	PB
CMD1	Embedded Address					0	1	Control Word[0 : 7]								PB

Bit	Classification		Vaule	Description(Calibration)
B[0:4]	EA[0:4]	Hardware Address		
B[5:6]	C[0:1]	Command Type	"01"	Indicate the Command Format #1 Fixed Gain Mode(FGM) CMD
B[7:14]	D[0:7]	Command Data	"00000000"	54 dB Gain CMD
			"00000101"	53 dB Gain CMD
			"00001011"	52 dB Gain CMD
			"	51 ~ 24 dB Gain CMD
			"01110111"	23 dB Gain CMD
			"01111011"	22 dB Gain CMD
			"01111111"	21 dB Gain CMD
B[15]	PB	Parity Bit		Even Parity

<표 2> LSSB TM Protocol Example for Ka-band Channel Amplifier

Command Verification Telemetry format

TLM	MSB															LSB
	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
TLM1	EA0	EA1	EA2	EA3	EA4	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	PEF

Bit	Classification		Vaule	Description(Calibration)
B[0:4]	EA[0:4]	Hardware Address		
B[5:14]	D[0:9]	TLM DATA		Only the Last Single Command(Not the TDR) D[0:1] : CMD Status ("01" : FGM, "10" : ALC) D[2:9] : Control Bits
B[15]	PEF	Parity Error Flag		Parity Error Flag

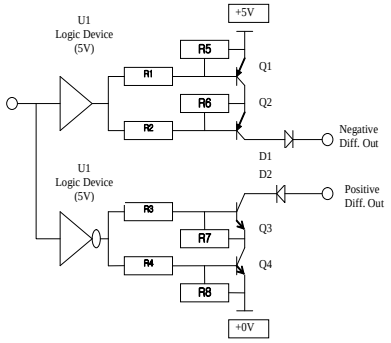
Functional Telemetry format

TLM	MSB															LSB
	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
TLM2	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Don't Care							PB

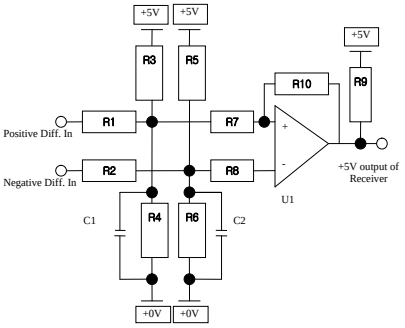
Bit	Classification		Vaule	Description(Calibration)
B[0:6]	D[0:6]	TLM DATA		Indicate the bits of Output Status[0:6]
B[7]	D[7]	TLM DATA	"0"	Indicate the Fixed Gain Mode(FGM) Output Status.
			"1"	Indicate the Automatic Level Control(ALC) Output Status.
B[8:14]				N/A
B[15]	PB	Parity Bit		Even Parity

2.2 직렬데이터버스 접속회로

버스제어기는 그림 2의 직렬데이터 버스의 명령 흐름도에서 보여주는 것처럼 명령 검증 텔레메트리 워드를 주기적으로 요청하게 된다. 터미널 사용자는 한 번에 하나의 버스를 통해 텔레메트리 획득 요청에 응답한다. 터미널에 연결된 각 부품의 주버스와 잉여버스의 선정은 외부제어방식과 자동선정방식 중의 하나로 선정된다. 이러한 선정방식은 하나의 버스, 명령 혹은 텔레메트리 버스 접속에 어떠한 고장이 발생 시 잉여버스로의 고장 전파를 방지하기 위해 사용된다. 먼저, 외부에 의한 제어방식은 터미널에 연결된 부품내의 스위치가 내장되어 있으며, 이러한 스위치는 외부 명령 펄스에 의해 제어되는 방식이다. 자동선정방식은 터미널 부품이 주 버스 혹은 잉여버스로 자동적으로 선정되는 방식으로, 터미널에 연결된 각 부품이 가장 최근에 연결된 버스를 선정한다. 하나의 버스에 단일고장이 발생할 경우에 남아있는 동작버스에 자동적으로 연결된다. 버스 선정은 SAMPLE-CMD 신호의 상승 에지에서 수행된다. 일단 버스가 선정되면, 터미널 버스 사용자는 연결된 버스를 통해 클럭, DATA OUT, DATA IN, SAMPLE-ACQ, SAMPLE -CMD 신호를 사용하게 된다. 그림 3과 그림 4는 Ka-band 채널증폭기의 직렬데이터버스 구동회로 및 수신회로를 보여준다.



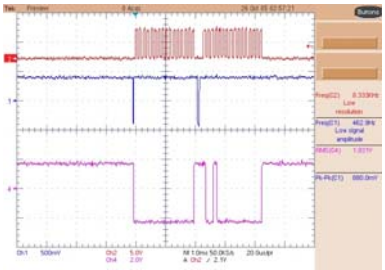
<그림 3> Ka-band 채널앰프의 직렬데이터버스 구동회로



<그림 4> Ka-band 채널앰프의 직렬데이터버스 수신회로

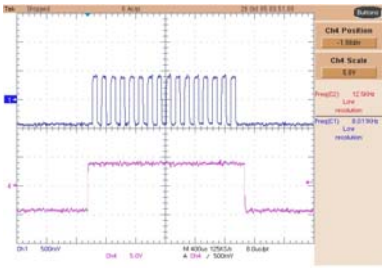
2.3 실험결과

그림5와 그림6은 탑재체 접속유닛과 Ka-band 통신탑재체의 디지털제어장치와의 접속시험결과이다. 그림 5는 정상동작모드에서 샘플 획득, 클럭과 데이터 인의 결과 값을 나타낸다. 그림 6은 텔레메트리 데이터요청 명령을 전송 후 텔레메트리 값들이 정상적으로 획득되는지의 여부를 확인하는 데이터 전송의 신뢰성 검증 실험결과이다. 접속 적합성 실험결과를 통해 정상동작모드 및 강인성시험모드에서 모두 안정하게 동작됨을 알 수있다.



<Ch1 : Sample Acq(+/-), Ch2 : Clock, Ch4 : Data In(+/-)>

<그림 5> 탑재체 접속장치와의 접속시험 결과



<Ch1: Clock(TTL output of RT Receiver), Ch4: Sample CMD(+/-)>

<그림 6> 탑재체 접속장치와의 강인성 시험 결과

3. 결 론

통신해양기상위성의 본체시스템과 통신탑재체 사이의 전기접속도 및 명령흐름도, 직렬데이터 접속 구동회로 및 수신회로, 프로토콜 설계를 통해 통신탑재체와 탑재체 접속장치사이의 최적설계 결과가 제시되었다. 또한 설계된 직렬데이터버스와 탑재체 접속유닛사이의 적합성 시험을 통해 명령 전송 및 텔레메트리 데이터 획득 시 직렬데이터버스의 안정성 및 강인성을 확인하였다.

감사의 글

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

[참 고 문 헌]

[1] 조영호, 원주호, 최재동, "통신해양기상위성의 탑재컴퓨터 설계", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp1941-1943, 2008

[2] "Spacecraft to Ka-Band Communication Payload ICD", KARI, 2007