

## 통신위성 중계기 시험을 위한 EGSE 설계 및 구현

조진호, \*정용길, 최완식, 박중홍, 이성팔  
한국전자통신연구원, \*㈜한국우주항공  
전화: 042-860-5696 / 핸드폰: 019-460-6298

### Design and Implementation of EGSE for the CBS Transponder Testing

Jin-Ho Jo, \*Yong-Gil Jeong, Wan-Sik Choi, Jong-Heung Park, Seong-Pal Lee  
Electronics and Telecommunications Research Institute, \*Korea Aerospace Industries, Ltd.  
E-mail: jhjo@etri.re.kr

#### Abstract

In this paper we describe the design and implementation of Electrical Ground Support Equipment(EGSE) for the CBS transponder testing. The main task of EGSE is to check out satellite systems, at system or subsystem level, during integration and validation phases of their life-cycle. Through a combination of hardware and software elements, EGSE supports manual, semi-automatic and fully automated testing. Automation is achieved by offering users simple, yet powerful means to write their own test application programs (test sequences) in high-level, test-oriented language and to run them in a strict real-time environment. The core of this environment is a user-configurable real-time database, containing all the information needed to calibrate acquired data, check them against predefined thresholds, automatically react to out-of-range conditions, display data using animated graphics or synoptic windows, and so on.

#### I. 서론

정보통신기술의 급속한 발달로 인하여 통신수요가 급격히 증가하고 있으며 이러한 통신수요를 충족시키고 정보통신과 우주기술이 결합된 고부가가치 기술의 국산화를 위해 통신방송위성 개발 노력이 범정부적 차원에서 지속되어 왔다. 이에 따라 "국가우주개발 중장기계획"의 일환으로 "통신방송위성(Communications and Broadcasting Satellite: CBS) 탑재체 개발 사업"이 한국전자통신연구원을 중심으로 국내산업체와 공동으로 추진 중에 있다.

통신방송 탑재체는 Ku대역 및 Ka대역 중계기와

안테나로 구성되며, 2000년 5월부터 2005년 12월까지 5년 8개월 동안 기술검증모델 (Engineering Qualification Mode:EQM) 및 비행모델 (Flight Model:FM)이 개발된다.

본 논문에서는 통신방송위성의 중계기를 시험하기 위한 Electrical Ground Support Equipment(EGSE)의 구성에 대하여 살펴보고 EGSE를 이용하여 시험 가능한 항목에 대하여 알아 보기로 한다.

#### II. EGSE 구성

EGSE는 통신위성 중계기의 조립 및 시험 과정에서 중계기의 RF성능을 측정하기 위한 장치이다. 하드웨어와 소프트웨어로 구성된 EGSE는 중계기의 성능 측정에 있어서 매뉴얼, 반자동 그리고 전자동 측정 기능을 제공한다. EGSE를 이용한 중계기의 RF성능 자동 측정 기능은 빠르면서도 정밀하고 동시에 모든 측정 결과를 사용자 요구에 맞게 디스플레이 가능하다.

##### 2.1 EGSE H/W 구성

EGSE는 크게 두 부분으로 나누어지는데 하나는 중계기의 RF 성능 측정을 위한 부분으로 Common Test System(CTS)이며 다른 하나는 중계기의 상태 모니터링과 각종 파라메타 제어를 위한 Power, Command & Telemetry System(PCTS)이다. EGSE의 시스템 구성을 그림1에 나타내었다.

CTS는 중계기의 RF 성능시험에 필요한 각종 신호의 발생하여 중계기로 공급할 수 있도록 각종 신호발생기와 또한 중계기의 출력 성능을 측정할 수 있는 각종 측정계측기를 탑재한다. EGSE에서 사용되는

상용장비는 Sweep Generator, CW Generator, Vector Network Analyzer, Spectrum Analyzer, Power Meter 등이 있으며 장비제어를 위하여 Switch Driver, Data Acquisition Unit을 이용한다. CTS는 중계기 시험에 필요한 각종 시험을 자동으로 수행하기 위하여 RF Switch Matrix를 이용한다.

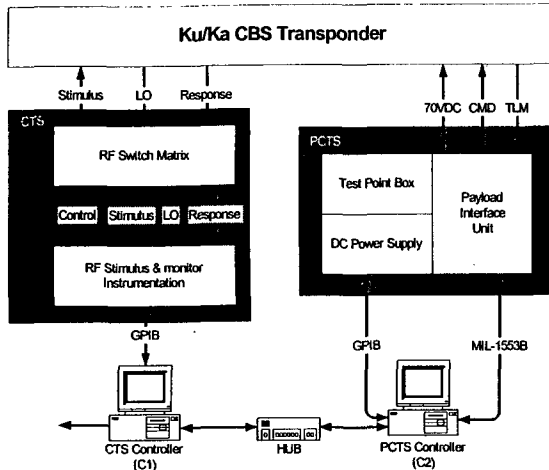


그림1. EGSE H/W 구성도

RF Switch matrix는 신호발생기에서 발생하는 RF신호를 중계기로 전달하는 통로를 제어하고 중계기에서 측정된 신호를 계측기로 전달하는 통로를 제어한다. 이 RF Switch Matrix를 이용하여 각종 시험에 필요한 신호발생기의 신호를 선별적으로 중계기에 전송할 수 있으며 또한 측정된 신호를 선별적으로 적합한 계측기로 전달하는 기능을 수행한다. 그림2는 EGSE의 RF Switch Matrix 구성을 나타낸다.

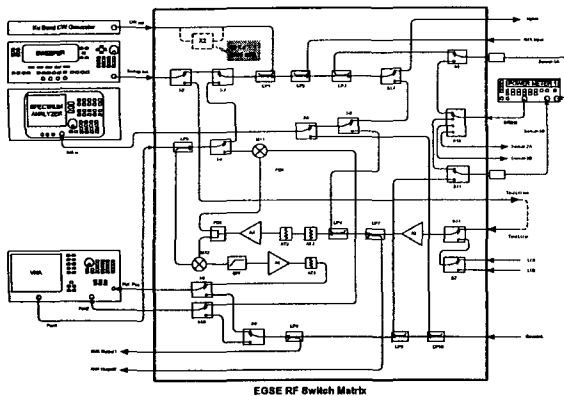


그림2. RF Switch Matrix 구성도

CTS Controller는 중계기의 성능시험에 필요한 측정 알고리즘을 내장하고 있어서 측정에 필요한 장비의

파라미터를 셋팅 및 RF Switch Matrix내에 있는 RF Switch Path 제어를 수행하며 측정결과를 수집, 가공 및 출력하는 기능이 있다. CTS Controller는 CTS와는 GPIB Interface로 연결되며 Hub를 통하여 PCTS Controller와 연결된다.

PCTS는 중계기의 운영에 필요한 각종 Command를 생성하여 중계기로 전달하고 중계기의 동작상태를 모니터링하는 Telemetry기능이 있으며 중계기의 작동에 필요한 DC전압을 공급하는 기능이 있다. 그림3은 PCTS의 구성을 나타낸다.

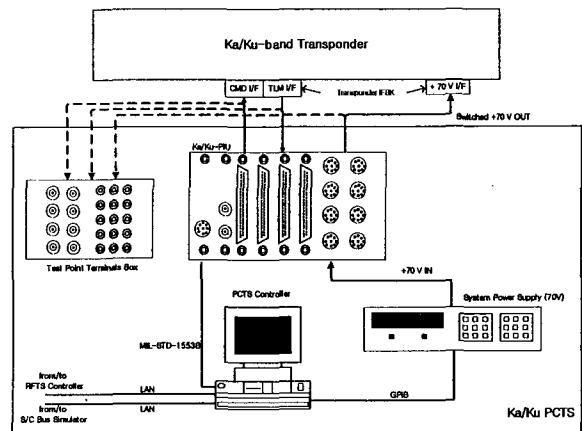


그림3. PCTS 구성도

Payload Interface Unit(PIU)는 PCTS Controller와 MIL-1553B Interface로 연결되며 70V DC Power Supply와는 GPIB Interface로 연결된다. 중계기의 제어 및 모니터링을 위하여 Command & Telemetry Interface Data가 Interface 된다.

PCTS Controller는 중계기 제어 및 모니터링에 필요한 각종 데이터를 생성을 위하여 GUI를 가지고 있으며 이 GUI를 통하여 운영자에게는 위성중계기의 운영상태를 모니터링하고 제어명령을 보낼수 있다. 위성버스 Simulator와는 LAN으로 연결된다. 또한 70V DC Power Supply와 GPIB로 연결되어 전원공급기의 ON/OFF를 제어한다.

## 2.2 EGSE S/W 구성

CTS S/W는 Windows98 환경에서 작동하며 National Instrument사에서 개발한 Graphical Language인 LabView로 개발되었으며 PCTS S/W는 WindowsNT 환경에서 C++로 개발 되었다. 그림4는 CTS S/W의 구성을 나타낸다.

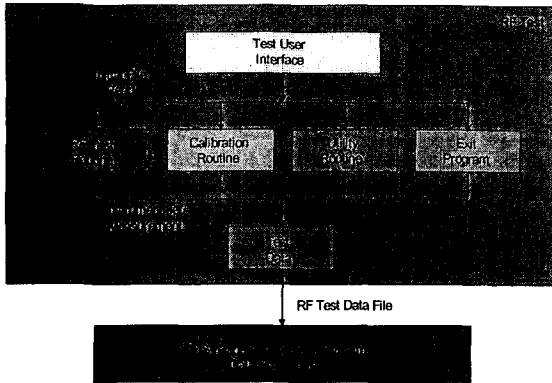


그림4. CTS S/W 구성도

RF Test Routine은 중계기 시험에 필요한 RF시험 알고리즘을 수행한다. 이 Routine은 각 RF 신호발생기 및 계측기의 파라미터를 제어하고 동시에 RF Switch Matrix내에 있는 스위치를 제어하여 중계기 성능시험이 자동으로 이루어지도록 한다.

Calibration Routine은 EGSE의 Calibration을 수행한다. 이 Routine은 EGSE에 있는 신호발생기, 계측기와 중계기 사이의 신호손실을 측정하여 중계기 시험시에 중계기에 입력되는 신호레벨과 중계기로부터 출력되어 측정되는 신호의 실제 값을 얻을 수 있도록 한다.

Utility Routine은 중계기 시험에 직접 이용되지는 않지만 인위적으로 RF Switch Matrix의 스위치를 조작하거나 또는 중계기부품을 시험하는 등 EGSE를 매뉴얼로 운영하거나 시험에 필요한 각종 부품 데이터를 측정, 수집하는 기능을 수행한다.

PODS는 측정된 결과를 이용자가 원하는 포맷으로 화면, 프린터로 출력하며 동시에 측정 결과를 Controller PC의 저장장치에 저장하는 기능을 수행한다.

PCTS S/W는 크게 Command 처리부, Telemetry 처리부, 1553B 인터페이스 처리부, GPIB 인터페이스 처리부, Even Log 처리부 그리고 Remote 인터페이스 처리부로 나뉘어진다.

Command, Telemetry 처리부는 위성의 제어 및 모니터 신호의 처리를 담당하며 1553B, GPIB 인터페이스부는 각 인터페이스에 적합하도록 메시지를 인코딩하거나 디코딩하는 기능을 수행한다. Event Log부는 중계기와 PCTS 내에서 주고 받는 메시지 및 상태의 기록 및 보관을 담당한다. 마지막으로 Remote 인터페이스부는 외부의 Space Craft Bus Simulator와 통신을 위한 인터페이스를 담당한다.

### III. 위성중계기 시험

EGSE를 이용하여 측정 가능한 시험항목은 아래와 같다.

- Input, Output VSWR
- Saturation Power
- Noise Figure
- Channel Amplifier Gain Control
- Spurious Output
- Inter-modulation
- Frequency Response & Group Delay
- Phase Shift
- LO Frequency Stability
- AM/AM, AM/PM Conversion Characteristics

위의 시험 항목 중 VSWR을 제외한 전 항목은 EGSE를 이용하여 항목별 자동으로 측정 가능하며 여러 항목을 동시에 자동으로 측정 가능하다. VSWR은 EGSE를 이용하여 매뉴얼로 측정 가능하다. 그림5는 중계기의 Frequency Response & Group Delay 특성을 측정하기 위한 EGSE의 RF Switch Matrix 스위치 Routing을 보여준다.

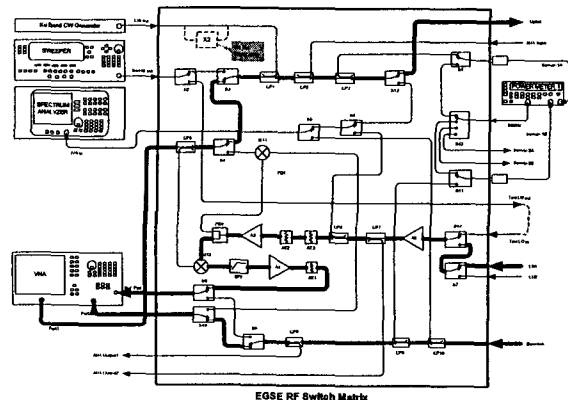


그림5. 중계기의 Frequency Response & Group Delay 측정을 위한 스위치 Routing

중계기의 Frequency Response & Group Delay 특성을 측정하기 위하여 EGSE는 VNA를 이용하는데 VNA의 포트1 출력 신호가 중계기로 전달되고 중계기의 출력 신호는 VNA포트2로 전달되도록 RF스위치는 신호 Path를 조절한다. 동시에 Power Meter, Spectrum Analyzer와 같은 측정장비는 시험중에 측정할 파라미터가 있으면 스위치를 조절하거나 혹은 Couple를 통하여 신호를 측정한다.

EGSE는 중계기의 시험 전까지는 중계기 Simulator를 이용하여 그 성능을 검증하는데 중계기 Simulator는

설계/제작하는 여러 채널 중계기 중 한 채널을 선정하여 판넬형태로 제작한다. 그림6은 EGSE를 이용하여 측정한 중계기 Simulator의 Frequency Response & Group Delay 특성을 나타낸다.

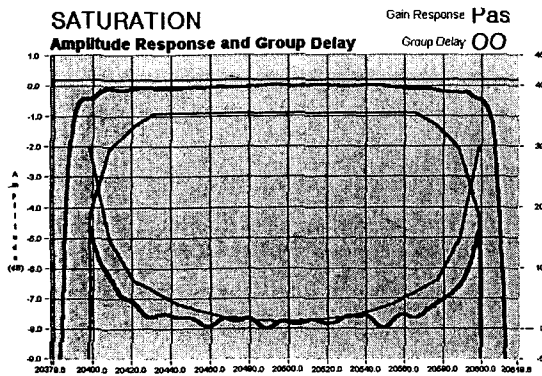


그림6. Frequency Response & Group Delay 측정 결과

측정된 결과를 보면 Frequency Response & Group Delay라는 측정항목을 한번 실행하면 이에 관련된 중계기의 여러가지 파라메타들이 동시에 측정됨을 알 수 있다. 중계기의 채널 대역내의 Frequency Response 와 Group Delay 특성 측정결과를 규격 Mask와 대비하여 디스플레이하며 그 외에 Channel Gain Slop, Group Delay Slop 등도 함께 측정된다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 한국전자통신연구원 통신위성개발센터에서 통신위성중계기의 성능시험을 위하여 통신위성 중계기와 더불어 개발하고 있는 EGSE의 구성에 대하여 살펴 보았다.

EGSE는 크게 CTS와 PCTS로 구성되며 CTS Controller는 중계기의 성능시험에 요구되는 측정 알고리즘을 탑재하고 이를 이용하여 각종 측정기기를 운영하여 중계기 성능시험을 자동으로 정확히 측정하는 기능을 수행한다. PCTS는 중계기의 각종 상태 모니터 및 제어를 위한 명령을 수신하고 전송하는 기능을 수행한다.

본 연구원에서 개발하는 EGSE는 현재 본원에서 개발하고 있는 Ku대역 통신위성 중계기와 Ka대역 통신위성 중계기의 성능시험에 활용할 예정이며 차후에 예상되는 다른 형태의 위성중계기 시험에도 활용될 예정이다.

#### 참고문헌

- [1] 정병현 외, "EGSE를 위한 유동적 소프트웨어 연구", 한국전자통신연구소, 통신정보 합동학술대회 논문집, pp438-441, 1996. 4.
- [2] Tri T, Ha, Digital Satellite Communications, 2<sup>nd</sup> Edition, New York: McGraw-Hill, 1990.
- [3] Gary W. Johnson, LabVIEW Graphical Programming: Practical Applications in Instrumentation and Control, New York : McGraw-Hill, 1997
- [4] MIL-STD-1553B Notice 2, Military Standard, Digital Division Command/Response Multiplexer Data Bus
- [5] GIS20032700, General Interface Specification for A2100 Bus, Koreasat-3 Program