

무궁화 위성 관리 운용을 위한 관제소 설비 및 운영 기술

朴仁煥, 金洛明, 柳銀榮
金星情報通信(株) 研究所

1. 개요

무궁화 위성이 쏘아 올려지게 되면 지상으로 부터 36,000Km 고도에서 지구의 자전속도와 동일한 속도로 위성이 돌게 된다. 통상 상기 위치를 정지 궤도라 하며 위 궤도를 돌고 있는 무궁화 위성은 지상에 존재하고 있는 지상 관제소의 통제를 받게 된다. 무궁화 위성을 위한 관제는 크게 두가지 분야가 제시되고 있으며 첫 번째 분야는 위성 자체에 대한 관제이며 두 번째 분야는 위성을 통해 서비스되는 모든 시스템의 망 관리에 관한 것이다.

전자는 Satellite Control Center(SCC)를 중심으로 하여 Command Ranging & Telemetry(CR&T) 부 시스템으로 부터 오는 원격 탐침 데이터의 처리와 위성체의 명령 전송 및 거리 측정에 관련된 임무를 수행하기 위한 부분이다. 통상 위성 관제국은 안테나 부 시스템과 Radio Frequency(RF) 부 시스템과 Intermediate Frequency/Baseband(IF/BB) 부 시스템과 IF/BB의 일부로 구성되어 장비를 제어 감시하는 부분인 Control & Monitoring(C&M)과 CR&T 및 Static Spacecraft Simulator(SSS)로 구성된다.

CR&T는 실제 위성체 내에서 실시되는 명령어들과 원격 탐침 및 거리 측정 신호를 만들어 내며 위성으로 부터 수신되는 원격 탐침 처리 과정을 수행하게 된다. SSS는 두 개의 주 위성과 부 위성의 명령어와 원격 탐침에 대한 직접 시뮬레이션 및 검증을 제공한다. SCC는 제어 컴퓨터와 콘솔 및 프린터, 그 외 각종의 악세서리로 구성되며 관제국과는 이더넷 LAN으로 연결되며, SCC는 기본 구성과 백업

구성으로 설계하여 주 관제소인 용인에만 설치된다. 부 관제소인 대덕에는 인터 사이트 커뮤니케이션 라인으로 서로 접속되어 통제 및 감시 기능과 무궁화 위성의 임무 분석등을 수행하게 된다.

두번째 분야는 무궁화 위성을 통해 서비스되는 모든 통신 및 방송을 감시 제어하는 시스템으로 크게 In Orbit Test/Communications System Monitoring(IOT/CSM)과 Network Control Center(NCC)로 구성된다.

IOT의 임무는 무궁화 위성이 초기 발사되어 예정된 정지 궤도상에 진입된 후 위성체의 초기 정상 동작 상태를 검증하는 과정을 수행하며, 따라서 이 검증 과정은 통신이나 방송이 서비스 되기 전 한번만 실시하게 된다. CSM의 임무는 현재 운용중인 통신/방송 서비스의 상태를 모니터링하여 운용 서비스의 상태를 적절히 유지하여 중계기의 활용을 효율화하기 위함이다.

IOT/CSM과 연결되는 NCC는 IOT/CSM부 시스템으로 부터 얻어진 데이터를 처리하고 저장하며 테스트 측정치들을 분석하여 IOT/CSM장비들을 원격 탐침하게 된다. 또한, SCC로 부터 입력되는 데이터들과 IOT/CSM장비들로부터 얻어진 테스트 결과와 전체 상태 정보 등을 데이터 베이스로 관리하는 기능을 갖고 이를 근거로 채널 할당, 검증, 저장, 망 운영에 관한 계획 등 총체적인 망 운영을 통괄하게 된다.

NCC의 설치는 주 관제소인 용인에만 설치되어 부 관제소와는 SCC와 동일한 방법으로 연결되며 SCC와도 이더넷 LAN으로 커뮤니케이션이 가능하다. 95년 중반 설치 운용을 목표로 개발이 추진되고 있는 관제소 개발 체계는 표 1과 같다.

표 1. 무궁화 위성 관제소 개발 체계도

관제소 설비	개발 담당 회사
SCC	마틴 마리에타
NCC	마르코니
IOT/CSM	금성정보통신(주)
C&M 1, IF/BB 1	마르코니
C&M 2, IF/BB 2	금성정보통신(주)
CR&T/SSS	마틴 마리에타

II. 관제소의 임무

무궁화 위성 관제소는 정지 궤도상에서 임무를 수행하고 있는 무궁화 위성의 위성체를 다양한 측면에서 제어하고자 하는 목적으로 위성의 정상적인 임무 수행 여부, 운행 상태등을 정기적인 감시와 제어를 통하여 위성망의 운영을 효율화함에 있다. 무궁화 위성의 관제소는 주 관제소와 부 관제소로 이루어지며 주 관제소는 용인에 부 관제소는 대덕에 각각 세워진다. 그림 1에서 보듯이 관제소의 구성은 각각 6.4m 안테나와 11m 안테나로 구성된 안테나 부 시스템과 RF 부 시스템, IF/BB 부 시스템과 C&M, CR&T 와 SSS, IOT/CSM 부 시스템, SCC 및 NCC 로 이루어진다. 부 관제소는 주 관제소중에서 IOT 기능이 없으며 대신 위성체의 비상 상태를 대비하여 Full Motion Antenna(FMA) 와 주 관제소보다 대 출력의 High Power Amplifier(HPA)로 구성된다.

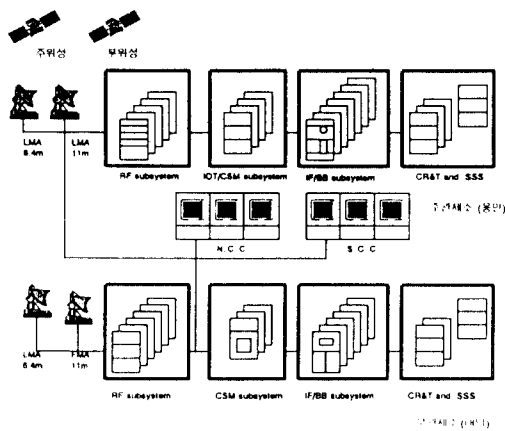


그림 1. 무궁화 위성 개념도

주 관제소와 부 관제소간에는 서로 전용 통신 라인으로 네트워크가 구축되어 있으며 주 관제소의

NCC 와 SCC는 주 관제소와 부 관제소를 동시에 통제하게 된다. 무궁화 위성의 발사 초기 정지 궤도에 위성체가 진입하게 되면 위성 중계기를 통한 통신 및 방송 서비스가 개시되기 전에 통신/방송 중계기의 성능과 이상 유무 상태를 주 관제소에 있는 IOT 부 시스템을 통하여 검증하게 된다. IOT가 성공적으로 시행된 후 실제 중계기를 이용한 통신/방송서비스가 실시되고 NCC를 통하여 위성망 서비스 체계를 감시 제어하고 SCC 를 통하여서는 위성체의 운행 위치 속도 온도 등 위성 그 자체를 관제하여 위성이 정상적인 활동을 하도록 운영한다.

III. 관제소 설비 구성

1. 안테나 시스템 및 RF 서브시스템

무궁화 위성에 사용되는 안테나는 주 관제소에 11미터 Limited Motion Antenna(LMA) 와 6.4미터 LMA가 각각 사용되며 부 관제소에는 11미터 Full Motion Antenna(FMA) 와 6.4미터 LMA 가 각각 사용된다. 주 관제소와 부 관제소에 사용되는 안테나는 그레고리안 오프셋 안테나로써 케서그레인 안테나와 비교할때 전면 반사판의 방향이 반대로 되어 있다. 상향 링크의 송신 주파수대는 14.0 GHz 에서 14.8 GHz이며 하향 링크의 수신 주파수대는 11.7 GHz 에서 12.8 GHz 가 된다. 전체 안테나 부시스템의 블록 다이어그램이 그림 2와 같고 안테나의 구동이 SCC와 C&M 에 의해 제어되는 부분과 위성체에서 송신되는 비콘 신호를 통해 제어받는 부분으로 나뉘어진다.

SCC 는 직접 안테나를 구동하지 못하고 SCC 에서 CR&T를 제어하고, CR&T 에서 안테나 구동 명령과 데이터를 보내면 콘트롤 유닛에서는 직접 고도각용 모터와 방위각용 모터를 구동 하여 안테나를 움직이게 한다. 또, IF/BB 부시스템의 일부인 C&M을 통해서도 직접 안테나 구동이 가능하며 안테나 구동명령과 데이터를 송신하면 콘트롤 유닛에서 수신하여 모터 콘트롤러를 이용하여 고도각 모터와 방위각 모터를 각각 구동하게 된다. 제한/상태 블록에서는 수행된 안테나의 구동 상태와 각도등을 표시하여 준다. 주 관제소와 부 관제소에 사용되는 6.4m/11m Limited Motion Antenna 의 이동 방위각은 +/- 45 이며 이동 고도각은 5 에서 90 이다. 부

관제소에 설치되는 11m Full Motion Antenna 의 이동 방향각은 위성의 정지 궤도내 정상위치에 서의 이탈동 비상상태를 고려하여 +/- 120 사이를 이동할 수 있으며 이동 고도각은 0 에서 90 까지 가능하다.

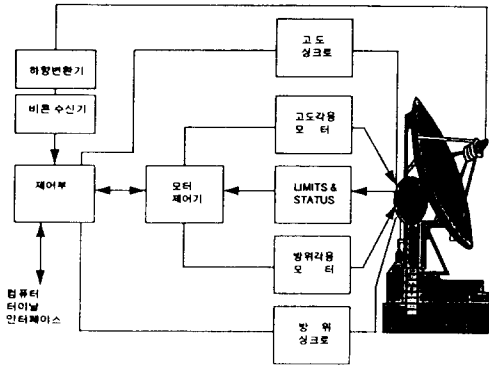


그림 2. 안테나 시스템 블럭 다이어그램

RF 부시스템은 입력단 부와 출력단 부로 나눌 수 있으며 출력단 부는 IF/BB 부시스템으로부터 오는 70MHz 의 중간주파수 신호를 상향 주파수 변환기를 통하여 14 GHz 로 주파수 변환시키는 부분이다. 변

환된 주파수는 High Power Amplifier(HPA) 로 입력되어 전력 증폭된 후 도파관을 통하여 편파 스위치를 통과한 후 안테나 부시스템으로 전송된다. 안테나는 전송된 신호를 위성을 향하여 방사하게 된다. 그림 3은 각각 주 관제소와 부 관제소의 RF 부 시스템의 기능적 블럭 도이다. 주 관제소에는 600W HPA가 사용되며 항시 예비 HPA가 대기 상태되어 비상시를 대비 하며 HPA 둘을 조합하여 1200W 까지 출력을 높일 수 있도록 하였다. 안테나 시스템까지 가는 신호 경로 중간에 커플러를 사용하여 신호를 IOT/CSM 으로 보내 상태를 상시 검토 할 수 있도록 구성하였다. 입력단부는 안테나 부시스템의 종단인 Low Noise Amplifier(LNA)를 통하여 입력된 11 GHz에서 12 GHz 의 신호를 신호 분배기를 통해 하향 주파수 변환기를 통하여 70 MHz의 중간 주파수대로 변환되어 IF/BB 부시스템으로 전송된다. 신호 분배기의 일부 출력은 IOT/CSM 부시스템과 Antenna Control Unit(ACU)로 전송되어 각각의 주어진 기능과 임무를 수행하게 된다. 주 관제소의 RF 부시스템의 랙 구성은 5 개로 이루어지며 랙 1은 600W의 TWTA 의 증폭기가 두개의 모듈로 이루어져 1:1 예비 구성과 테스트 커플러 고풍출력 로드 및

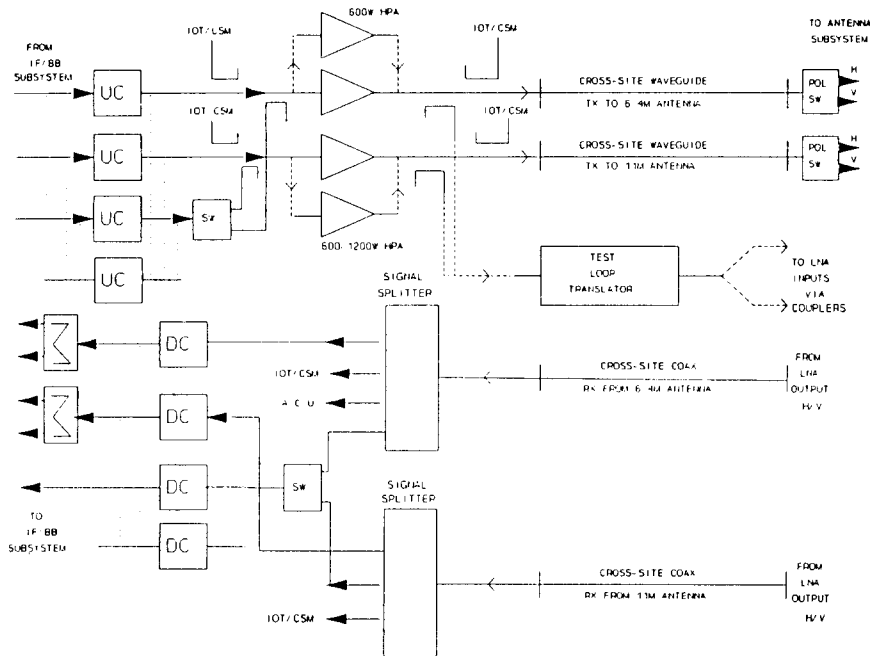


그림 3. 주 관제소 RF서브시스템 기능 구조도

스위치 콘 트롤러와 판넬로 구성된다. 랙 2는 6.4m 안테나와 11m 안테나의 ACU(Antenna Control Unit)로 구성된다. 랙 3은 상향 주파수 변환기와 하향 주파수 변환기 및 스위치 제어부, HPA 입력 감쇄기 및 C&M 인터페이스로 구성된다. 랙 4는 LNA 스위치 제어부와 TLT(Test Loop Translator) 및 안테나 추적 제어에 관련된 복호기와 수신기로 구성된다. 랙 5는 랙 1과 유사한 구성의 600W/1200W HPA 로 구성되며 각각의 600W HPA에는 선형기가 부속된다. 부 관제소에 설치되는 RF 부시스템은 전체 6개의 랙으로 구성되며 주관제소와 비교하여 다른 점은 주관제소의 랙5의 역할을 부 관제소는 비상사태를 고려하여 랙 5와 6으로 나뉘어 2.2KW의 클라이스트론 HPA 로 구성되어 있다는 점이다.

2. IF/Baseband 서브시스템 및 C&M 소프트웨어

IF/BB 부시스템은 RF 부시스템과 CR&T와의 인터페이스 역할을 하며 원격 제어 신호의 수신과 위성체 명령의 송수신을 제어하며, 위치의 측정등 얻어진 데이터들을 자동으로 저장하고 출력해 주는 기능과 관제소 전체의 장비에 필요한 동기 신호와 필요한 기준 시간을 제공한다. IF/BB의 일부인 C&M 소프트웨어는 부시스템의 장비들을 제어 및 감시하게되며 RF 서브시스템의 일부를 제어하게 된다. 부 관제소의 IF/BB 부 시스템의 기본 구성은 각각 그림 4와 같이 구성된다. 하향 링크에 관한 임무는 먼저 RF 부시스템으로 부터 입력된 70MHz 신호가 하향

링크 IF 스위치 매트릭스를 통하여 연결된 경로로 선택되어 수신기로 입력되게 된다. 수신기는 신호를 복조하여 테이프 레코더로 입력되어 원격탐침 신호를 기록하며 필요에 따라서는 기록과 동시에 신호를 관찰할 수 있으며 기록된 신호를 언제든지 관찰 할 수도 있다. 1:1 예비로 구성된 테이프 레코더는 현재 운영중인 레코더가 기록이 끝나는 동시에 예비 레코더로 자동 임무 교대가 되며 그 사이 테이프를 교환할 수가 있다. 상향 링크에 관한 임무는 CR&T로부터 생성되는 명령/위치제어 신호는 테이프 레코더에 입력되어 기록되고 FM/PM 변조기를 통하여 70 MHz 로 변조된 후 RF 부시스템으로 송부된다. 테이프 레코더는 다중 채널로 구성되어 동시에 상향/하향신호들을 기록할 수 있으며 시간과 주파수 기준 부시스템으로 부터 생성되는 Inter Range Instrumentation Group(IRIG) 신호를 기록하며 한개의 보이스 채널도 기록 가능하다. 그외 기록 장치로 차트 레코더와 X-Y 플로터도 제공되며 차트 레코더는 동시에 8개의 채널을 기록할 수 있으며 CR&T로부터 오는 아날로그 데이터를 기록하기 위해 사용되며, X-Y 플로터는 위성체의 위치제어 데이터를 기록하는데 사용된다. 시간과 주파수 분배 부시스템은 IF/BB의 일부를 구성하는 랙으로 Global Positioning System(GPS) 수신기로 구성되어 GPS 위성으로부터 지구국 시스템의 위치와 기준 신호 및 시간을 제공받으며 이 신호로 전체 지구국 시스템의 동기 및 시간을 제공한다. GPS 수신기는 1:1 예비로 구성

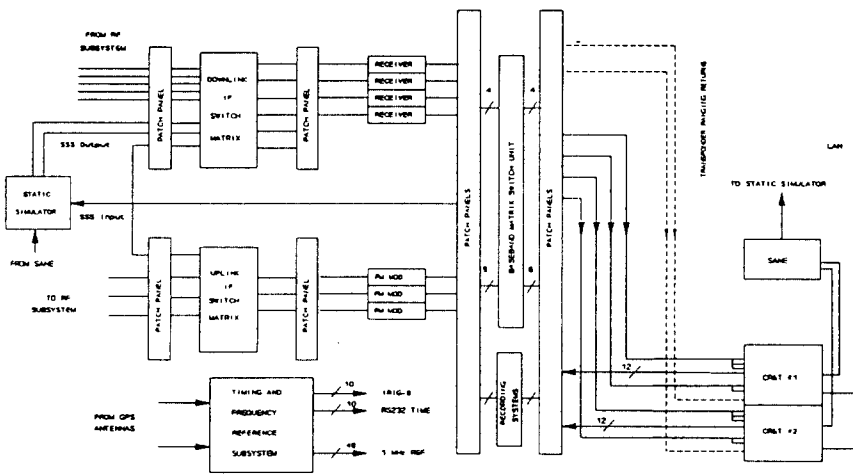


그림 4. 부 관제소 신호 처리 구조도

되어 있으며 Main/Sub로 동작하며 만약, 두 대의 GPS 수신기가 동작 불가능한 경우에 상당히 정확한 신호를 생성하는 기준 주파수 발생기가 동작하게 된다. IF/BB 서브시스템의 구성은 주 관제소가 7개의 랙으로 부 관제소가 6개의 랙으로 각각 구성되어 있으며 주 관제소와 부 관제소의 차이점은 상향링크 IF 랙에 주 관제소는 FM 변환기가 3개 부 관제소에는 2대로 구성되어 있으며 하향링크 IF 랙에는 주 관제소에 TLM 수신기가 6대 부 관제소에는 4대로 구성되어 있다. 주 관제소의 상향 링크 스위칭 랙은 상향 링크 매트릭스 스위치와 하향 링크 매트릭스 스위치 및 상향/하향 패치 판넬로 구성되어 있다. 하향 링크 수신 랙에는 6대의 TLM 수신기로 구성되며

한 구조를 취하고 있다. 궤도 내 시험을 위한 설비는 통신망 감시를 위한 설비에 더하여 신호 발생부를 포함하고 있다.

궤도 내 시험은 능동적 계측에 해당된다. 여기서 능동적이라 함은 신호원에서 적당한 신호를 발생시켜 위성에 발신하고 위성으로부터의 중계 신호를 수신하여 원하는 값들을 측정하는 것을 의미한다. 신호원으로는 한 대의 신호 발생기(Signal Generator)와 두 대의 마이크로웨이브 신호 합성기(Microwave Synthesizer)를 사용한다. 이들을 통하여 변조 및 무 변조된 상향 링크 신호는 RF 부 시스템을 통하여 증폭되어 11m의 안테나를 통하여 위성으로 송신된다. 정확한 측정을 위해서는 궤도 내 부 시스템에서

정 속도와 제어의 독립성을 성취하기 위하여 전용의 주파수 변환기를 사용하였다. 한편 수신 신호를 RF 부 시스템의 저잡음 증폭기 다음 단에서 분기시켜 측정함으로써 발생 가능한 오차를 수정하기 위하여 수신 안테나 바로 다음 단을 기준으로 검정 측정(Calibration Test)을 더불어 수행하고 있다.

궤도 내 시험 및 통신 망 감시 장치의 설계에 있어 주안점은 다음과 같다. 첫째는 측정의 정확성이다. 우선 유지/보수 관리자는 계측 장비의 검정/교정을 정기적으로 행하여야 한다. 그러나 이것에만 의지해서는 신호선의 감쇄 변화 및 RF 스위치들의 손실, 임시적 환경 변화에 의한 계측기들의 특성 변화 등에 의한 측정 오차를 피할 수가 없다. 따라서 이러한 요인들을 보상할 수 있는 측정 방법을 택하고 있으며, 매 측정 시에 자체 검정 측정을 실시하고 있다.

둘째는 측정 범위의 극대화 및 적정 범위의 선택이다. 계측 장비마다 측정 범위가 존재하기 때문에 계측기들 사이의 접속 구성을 합리적으로 설계하여 측정 범위를 극대화 하고 있으며 신호 발생 레벨을 최적화하여 위성 링크를 통과한 후 그 특성을 측정할 때 계측 가능한 적정 범위의 신호가 수신 되도록 설계하였다.

모든 계측 장비와 RF 스위치는 GPIB 인터페이스를 통하여 제어된다. 이렇게 장비들을 제어하여 원하는 측정 값들을 얻고 분석하며 관리 하기 위하여 한대의 워크스테이션이 사용된다. 주변 장치로는 한대의 프린터와 한대의 컬러 플롯터가 있으며 측정 결과를 출력하거나 경계 신호 및 주요 사건들을 기록하는 데 사용된다.

주 관제소의 경우, 궤도 내 시험 및 통신망 감시 부 시스템은 근거리 네트워크를 통하여 망 관리 제어 부 시스템(NCC Subsystem)과 연결된다. 부 관제소의 경우는 공중망 통신 또는 전용선에 의하여 주 관제소의 망 관리 제어 부 시스템에 접속된다. 이러한 접속을 통하여 측정 결과등의 여러 정보가 두 부 시스템 사이에 교환된다.

4. 망 관리 제어 부 시스템(NCC Subsystem)

NCC 부 시스템은 컴퓨터와 주변 장치들로 구성되어 있다. 컴퓨터로는 운용자용 워크스테이션, 개발용 워크스테이션과 한 대의 제어 컴퓨터가 있으며 주변 장치로는 레이저 프린터와 라인 프린터가 있다. 또 장기적 데이터 저장을 위한 DAT 드라이브가 장착

되어 있다. NCC 부 시스템은 IOT/CSM 을 통하여 계측을 하므로 별도의 계측 장비는 필요가 없으며 S/W 위주의 시스템이므로 설비는 간단한 편이다. SCC 부 시스템, IOT/CSM 부 시스템과의 접속을 위해 LAN을 사용하고 있으며 NCC 를 구성하는 컴퓨터들과도 DECNet 으로 연결되어 있다.

5. 위성 제어 센터 (Satellite Control Center)

위성 제어 센터는 위성의 전체 수명 기간 동안 임무 수행을 위한 위성의 운용, 유지, 감시 및 제어를 수행하는 컴퓨터 시스템으로 보통 워크스테이션급 이상 중, 소형 컴퓨터로 구성하며 무궁화 위성에서는 DEC사의 VAX 4000/400기종을 Dual Redundant 형식을 취하여 고장 장애시 주 컴퓨터의 기능을 예비 컴퓨터가 담당하도록 하고, 그 밖에 운용자 콘솔로 사용되는 3대의 VAXstation 4000/60과 임무 분석과 DSS에 사용되는 2대의 VAXstation 4000/90로 구성되어 있다.

이 제어 컴퓨터에 실시간 처리용의 RTS(Real Time Software)가 장착되어 CR&T 모듈에서의 텔레메트리 데이터 패킷(raw telemetry data packet), 또는 TTC1이나 TTC2로부터의 관제국 상태 데이터 패킷(raw ground station status data packet)을 CR&T 모듈에서 수집하여 저장, 한계치 확인, 텔레메트리 값의 표시하거나 프린터로 출력하는 위성의 텔레메트리(telemetry) 처리 기능, 위성체 명령 메뉴에서의 명령의 생성, 명령 발생기(Command Generator)의 Front Panel에서의 명령 생성, 수집된 위성체를 통한 명령의 확인, 검증 코드(authentication code)를 사용한 안전 명령 생성등의 위성체 명령 발생 기능, 위성체의 거리 측정 데이터(range data)를 CR&T로부터 수집, 분석하여 위성체의 위치를 결정하는 위성체 거리 측정(space-craft ranging) 기능과 위성의 궤도 결정 기능, C&M 컴퓨터의 호스트(Host)로서 관제소 장비의 구성과 상태의 감시 및 제어 그리고 안테나의 동작 제어 기능, 운용자 콘솔(operator console)에서의 고장 감시와 고장 발생시 예비 컴퓨터의 실시간 기능 개시 및 데이터 패킷의 routing 등의 실시간 처리 기능과 저장된 위성체의 데이터 분석, 위성 궤도의 계획 수립 및 수정, 발사전의 위성 궤도의 계획 수립, 그리고 운용자의 훈련, 정상/비정상 동작 절차의 검증 및 위성체 명령 리스트 검사에 사용하는 Dynamic Spacecraft

Simulator(DSS) 기능 등을 수행한다.

IV. 관제소 운영의 기본 구조

1. 궤도 내 시험(In-Orbit Test, IOT)

궤도 내 시험은 위성이 발사되어 천이 궤도를 거쳐 정지 궤도에 진입한 후 실시 된다. 이 절에서는 운영자의 입장에서 궤도 내 시험의 절차를 기술하고자 한다. 궤도 내 시험을 하려면 NCC 또는 IOT/CSM의 운영자가 IOT 를 수행할 수 있는 권한이 있어야 하며 SCC 운영자의 도움이 필요하다. 그림 7은 IOT/CSM 운영의 기본 구조이다.

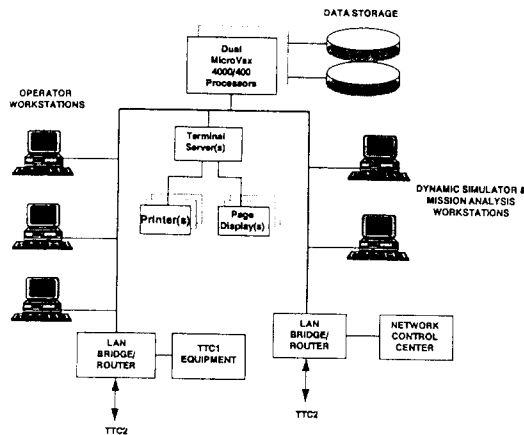


그림 6. 위성 제어 센터 구조도

우선 운영자는 열 한 개의 IOT 항목 중 원하는 것을 선택하여 몇 가지 측정 계수들을 설정 하여야 한다. 측정 계수에는 위성의 이름, 중계기의 종류, 채널 번호등이 포함된다. 이 과정을 [측정 정의(Measurement Definition)]라고 부르며 Motif 스타일의 사용자 인터페이스가 사용된다. 운영자는 화면에 나타나는 선택 가능한 항목을 마우스를 이용하여 정함으로써 쉽게 [측정 정의]를 할 수 있다. 정의된 [측정 구성(Measurement Configuration)] 개체들은 관계형 데이터 베이스에 저장되며 NCC 에도 보내진다.

이제 원하는 IOT 측정을 할 준비가 다 되었다. 운영자는 [측정 실행(Measurement Execution)] 을 위한 사용자 인터페이스를 선택하여 단계별로 그 수행을 제어 할 수 있다. [측정 수행]의 방법에는 [대화

형 실행 방법(Interactive Execution Mode)]와 [자동 실행 방법(Automatic Execution Mode)]이 있다. 첫째 방법을 사용하면 운영자가 각 측정의 단계에 있어 제어권을 가지며 [자동 실행 방법]을 사용하면 [측정 수행]이 정해진 시간으로 예약되어 운영자의 간섭이 없이 컴퓨터가 자동으로 모든 처리를 제어한다. 그러나 일부의 IOT 항목을 제외하고는 대부분이 [대화형 실행 방법]만이 허용 되는데 그 이유는 위성 시스템의 상태 변경을 요구하는 명령이 운영자의 간섭 없이 이루어 질 수 없기 때문이다.

[측정 수행]을 위한 사용자 인터페이스를 통하여 운영자는 다음과 같은 제어를 할 수 있다. IOT 측정은 일반적으로 5~6개의 단계로 구성되어 있는데 각 단계 별 실행 때마다 운영자는 그 다음 단계를 계속하도록 하거나, 전 단계를 반복하게 하거나, 측정 인자를 바꾸어 재 실행 하도록 명령을 내릴 수 있다. 또한 측정된 데이터를 살펴 볼수도 있고 그 데이터를 지워 버리고 반복하도록 명령을 내리는 기능도 있다.

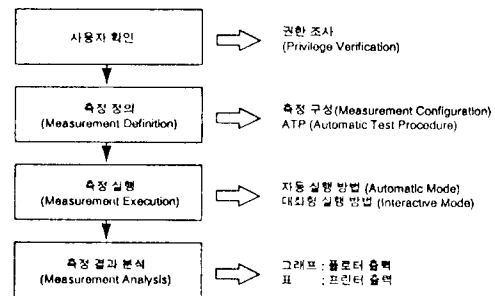


그림 7. IOT/CSM 부 시스템 운영의 기본 구조

한편 측정을 위해 위성 시스템이나 지상국 시스템의 상태 변경이 필요한 경우 이를 위한 요구 정보가 NCC를 통해 SCC 로 전달 되는데, IOT 운용자는 이러한 사실을 통보만 받을뿐 관여를 하지는 않는다. 그러나 NCC와의 통신이 두절되어 있는 경우 또는 NCC 가 제기능을 수행하지 못할 경우에는 상태 변경을 요구하는 정보가 IOT 운용자에게로 우회되며 그 요구에 대한 승낙 여부를 IOT 운용자가 입력 하게 된다. 이러한 경우, IOT 운용자는 SCC 운용자 또는 C&M 운용자와 협의 그 요구에 대한 수락 여부를 결정하여 IOT/CSM 사용자 인터페이스를 통해 입력 한다. 측정이 완료되었으면 측정 결과를 다른 사용자 인터페이스를 통해 그래프 또는 테이블 형식

으로 볼수 있다. 이렇게 화면에 표시된 측정 결과를 간단한 마우스 조작을 통해 플로터 또는 프린터로 출력력이 가능하다.

2. 원격 지구국 검증 (Remote Earth-Station Verification)

원격 지구국 검증 시험은 새로운 지상국이 서비스를 시작하기 전에 RF 특성을 측정/검증하여 정상적 서비스를 하도록 인준하는데 있다. 이를 실행하는 IOT/CSM 또는 NCC 운영자는 CSM을 실행 할 수 있는 권한을 가지고 있어야만 한다. 이러한 권한이 없는 운영자는 원격 지구국 검증을 위한 [측정 정의] 및 [측정 실행]을 위한 설비에 접근 할 수 없도록 설계되어 있다. 한편, 원격 지구국의 운영자도 이 측정에 같이 참여하며 전화선을 통해 서로 정보를 교환하여야 한다. 일부 측정 값은 원격 지구국에서 얻어 지므로 CSM 운영자는 이 측정값들을 전달 받아 입력해야 할 책임이 있다.

1 절에서 기술한 IOT 측정과 같이 [측정 정의] 사용자 인터페이스를 통해 [측정 구성] 개체들을 생성한후, [측정 실행] 사용자 인터페이스를 이용하여 [대화형 실행 방법]으로 단계별로 수행하게 된다. 각 실행의 단계마다 필요한 원격 지구국의 상태 변경 명령이 CSM 운영자에게 제공되며 CSM 운영자는 원격 지구국 운영자의 도움을 받아 그 실행을 감독하고 IOT/CSM 콘트롤러에 확인 입력을 하는 역할을 수행한다.

측정의 결과는 미리 다른 사용자 인터페이스를 통해 입력되어 정해진 기준 값들과 비교되어 허용 범위에 들어오는지 확인된다. 허용 범위를 벗어난 값들에 대하여는 경계 메시지가 발생되어 화면에 나타나고 프린터를 통해 기록된다. 이 메시지는 NCC에도 전달된다.

3. 통신망 감시 (Communications System Monitoring)

통신 망 감시 측정은 무궁화 위성이 서비스를 시작한 후 NCC 의 Network Planning 설비에 의하여 할당된 각 채널의 특성을 감시하여 정해진 범위를 준수하는지 감시하는 것이다. 이 측정은 주로 [측정 구성]의 집합인 ATP(Automatic Test Procedure)를 [자동 실행 방법]을 사용하여 수행된다. [측정 정의]를 위한 사용자 인터페이스를 이용하여 [측정 구

성]및 ATP를 생성한 후 [측정 실행] 사용자 인터 페이스를 이용하여 스케줄링 하는 방법이 주로 사용되는데 NCC 에서 정의된 Channel Allocation Plan 과 밀접한 관련이 있다. 이 Channel Allocation Plan은 생성 또는 변경시 CSM에 전달되어 통신 망 감시 측정에 이용된다.

발생된 측정 결과 및 경계 신호는 NCC 에도 보내져 장기 저장 장치에 기록되며 NCC 운영자는 이를 활용 통신망 사용을 최적화 시키며 바르지 못한 위성 채널 사용자를 감시할 수 있다.

4. 장비의 운용및 감시

관제소 장비의 구성 제어와 감시 형태에 따라, Control & Monitor(C&M)의 소프트웨어에서는 위성 제어 센터가 C&M을 통한 원격 조정을 REMOTE MODE, 위성 제어 센터의 고장시나 유지 보수시 위성 제어 센터의 권한 위임후 C&M의 콘솔에 의한 원격 조정을 LOCAL MODE로 부르며, 위성 제어 센터나 C&M 운용자 콘솔에서 운용자가 실제 구성되어 있는 상태를 mimic diagram을 통하여 알 수 있고 또, 각 장비의 심볼을 나타내는 색을 다섯 가지로 구분하여 장비의 상태 파악이 가능하다. 구성된 각 장비의 파라미터나 운용 상태 정보는 마우스를 사용하여 각 장비를 나타내는 심볼을 선택함으로써 스크린상에서 알수 있다. 만일 구성되어 있는 장비 상태에 이상이 검출되면 C&M 소프트웨어는 해당 장비의 상태에 따라 빨간색 혹은 파란색으로 바꾸고, 위성 제어 센터로 그 정보와 경보 신호를 전송하여 운용자에게 조치를 취할 수 있도록 시각 및 청각을 이용하여 알려주어 빠른 시간내에 장비 전환을 가능하도록 한다.

그림 8는 무궁화 위성 C&M의 초기 메뉴로서 Motif를 이용하여 구현되어 있으며 각 메뉴를 살펴 보면, SUBSYSTEM은 관제소 내의 전장비를 그래픽으로 나타내어 장비의 구성 변경과 감시, 장비의 파라미터의 변경과 감시가 용이하도록 하고, LOCAL은 REMOTE MODE에서 동작시 위성 제어 센터에게 LOCAL MODE에서 동작하도록 요구한다.

IDLE 은 C&M 컴퓨터의 운용을 중지하고 IDLE 상태로 천이 하고자 할때 사용한다. ALARM OFF 는 동작 중인 장비의 이상이 검출된 후 발생된 경보 신호를 끄고, TERM은 C&M 운용자중 관리 능력을 갖는 SUPERVISOR만 시스템 관리를 위해 새로운

터미날을 열수 있다.

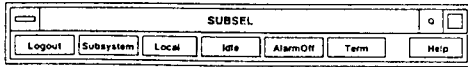


그림 8. 무궁화 위성 C&M 초기 메뉴

그림 9은 주 메뉴에서 SUBSYSTEM을 선택하여 연 윈도우로 장비 재구성 및 파라미터 변경이 가능하다. 우선 메뉴에서 MATRIX는 평시 사용할 수 없도록 되어 있으나 IF DOWNLINK MATRIX 또는 BASEBAND DOWNLINK MATRIX에 있는 노란색의 그룹 선택 상자의 연결 및 해제를 원할 때, 원하는 그룹의 행과 열을 마우스로 선택하면 사용이 가능하게 되고, 이때 선택하면 연결 혹은 해제를 원하는 신호 명칭이 나타나고 다시 확인 후 마우스로 버튼을 선택하면 장비로 명령이 보내어 지고 그 결과가 화면 내에 선택된 MATRIX에 검은색 또는 흰색의 점이 표시된다. GROUP은 BEACON RECEIVER를 쌍(pair)으로 운용이 가능하도록 하며, PRINT는 장비 운용 여부나 상태 파라미터를 프린터로 출력할 수 있으며, ZOOM 또는 UNZOOM은 화면의 MIMIC

DIAGRAM을 확대, 축소하여 운용자가 편리하게 사용하도록 한다.

이외에 마우스 버튼의 선택에 따라, 왼쪽 버튼은 장비의 운용 여부나 상태 파라미터를 프린터로 출력하고자 할 때 원하는 장비의 심볼위에서 선택하면 심볼 주위에 푸른색의 점선이 나타나 선택되어 있음을 표시하게 되고, 여기서 메뉴의 프린트(PRINT)버튼을 선택하면 프린터로 출력을 원하는 파라미터의 종류가 나타나고 이를 선택 후 확인(CONFIRM)버튼을 누르면 프린터로 요구하는 파라미터 출력을 얻게 된다. 중간 버튼은 장비의 상태 윈도우를 열어 현재의 각 파라미터를 볼 수 있고 운용자의 권한에 준하여 변경이 가능하다. 예로서, BEACON RECEIVER의 주파수를 변경하고자 할 때, 주파수를 표시한 버튼을 선택하면 새로운 스크린이 표시되고 원하는 주파수를 적거나 마우스로 스크롤 바(Scroll Bar)를 조정하여 바꾼 후, 확인 버튼을 선택하고 상태 윈도우로 복귀 후 다시 확인 버튼을 선택하면 해당 BEACON RECEIVER로 명령이 전송 되고 그 결과가 상태 윈도우에 변경된 주파수가 표시된다. 마지막으로 오른쪽 버튼은 그룹이 아닌 MATRIX의 연결이나 RF 시스템의 볼스위치(BALLSWITCH) 연결에 사용한

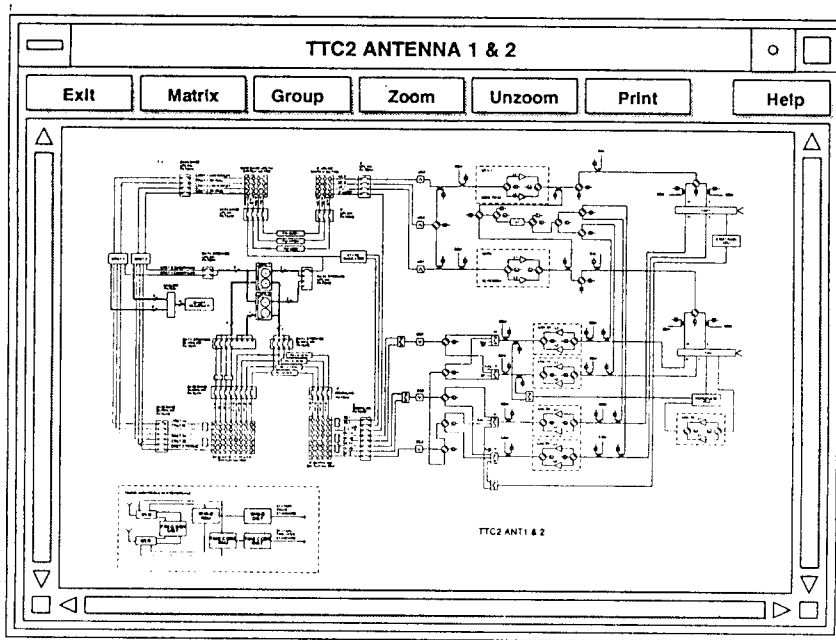


그림 9. SUBSYSTEM 윈도우

다. MATRIX나 볼스위치 심볼 위에서 선택하면 MATRIX나 볼스위치의 상태가 전환(toggle)되면서 확인 윈도우가 나타난다. 연결을 확인한후 확인 윈도우 상의 확인 버튼을 선택하면 명령이 장비로 전송된다. 표 2는 C&M 에서 제어 가능한 파라미터와 상태 표시 파라미터를 주요 장비별로 나타냈다.

표 2. 관제 장비의 제어 파라미터

장비	제어 파라미터	상태 표시 파라미터
BEACON RECEIVER	FREQUENCY AGC TIME CONSTANT VIDEO BANDWIDTH VIDEO ATTENUATION LOOP BANDWIDTH AFC TIME CONSTANT AGC MODE MODULATION TYPE PEN LOOP ON/OFF ANTI SIDEBAND ON/OFF SWEEP ON/OFF	
SIGNAL GENERATOR	CARRIER FREQUENCY OUTPUT RF OUTPUT LEVEL MODE MODULATION SOURCE MODULATION FREQUENCY FREQUENCY DEVIATION	
UP/DOWN CONVERTER	OUT/IN FREQUENCY ATTENUATION MUTE ON/OFF	SYNTHESIZER STATUS LOA, LOB STATUS PSU STATUS
600/1200 TWT	POWER HIGH VOLTAGE ON/OFF MODE CONFIGURATION	AMPL,2 STATUS
KLYSTRON	POWER SERVE POWER SERVE ON/OFF CHANNEL ATTENUATION MODE HIGH VOLTAGE	AMP STATUS AIR FLOW STATUS HEATER STATUS BODY CURRENT STATUS BEAM CURRENT
MONOPULSE ACU / STEPTRACK ACU	DESIGNATE AZIMUTH DESIGNATE ELEVATION DESIGNATE POLARISATION MODE	POWER AZIMUTH ELEVATION POLARISATION

C&M에서 사용되는 장비로의 명령은 장비의 파라미터를 변경하는 SET, 주기적인 상태 확인을위 한 STATUS, MATRIX의 연결 및 해제 명령인

MATMAKE/MATBREAK, 볼스위치 접속을 변경하는 SWITCH 명령등이 있으며 이는 위성 제어 센타에서 송출되는 명령과 그 체계를 같이 하고 있다.

V. 결론

무궁화 위성의 개발은 우리나라 통신 산업의 큰 변화를 가져다 줄 대역사일뿐 아니라, 우주 산업에 대한 국민적 여망이 담겨있다 하겠다. 이 개발을 전적으로 우리 자체 기술로 수행할수 없었음은 우리 기술의 일천함을 보여주는 아쉬움이겠으나, 금성정보통신(주)을 매개로하여 위성탑 재체 통신 장비의 일부와 본고에서 상세하게 다룬 지상 관제소 개발의 상당 부분에 직접 참여한 것은 매우 뜻깊은 일이다. 특히 관제소 설비중 IOT/CSM부의 Software개발은 금성정보통신(주)에서 전담함으로써 향후 무궁화 위성용 관제소 기능의 운영이나 기능확장에도 능동적으로 대처하게 되었음은 매우 기쁜 일이다.

지난 2년간의 개발 과정을 돌이켜 보면서 이 노력이 앞으로 2000년대를 겨냥하여 위성 통신및 우주 산업에서 또 하나의 주역으로 떠오를 수 있을 때까지 지속적인 노력을 있도록 해야 겠다고 새로이 다짐하게 된다. 이 개발과 병행하여 현재 한국전자통신연구소의 주도로 당사와 공동 수행 되고 있는 Digital 위성 방송 송신국 개발은 무궁화 위성에 이어지는 2단계 도약의 하나가 될 전망이다. 국제적으로 이미 큰 실적을 내고 있는 GIANT들과의 경쟁에서, 우리가 우뚝 선두로 설날을 희망하면서 한층 더 땀을 흘려야 겠다.

筆者紹介



朴 仁 煥

1960年 9月 17日生

1985年 2月 부산대학교 기계공학과 (학사)

1987年 2月 부산대학교 기계공학과 (석사)

1987年 2月 ~ 1992年 2月 금성정밀 연구소 연구원

1992年 3月 ~ 현재 금성 정보통신 연구소 선임연구원

주관심 분야 : 위성통신 시스템, 이동 데이터 시스템



柳 銀 榮

1951年 2月 23日生

1973年 2月 서울대학교 전기공학과 (학사)

1980年 12月 Ohio State Univ. (석사)

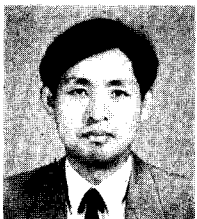
1983年 9月 Ohio State Univ. (박사)

1976年 1月 ~ 1979年 3月 국방과학연구소

1983年 9月 ~ 1986年 General Electric Co.

1986年 7月 ~ 현재 금성정보통신(주) 이동통신연구단장 이사

주관심 분야 : 이동통신, 위성통신, 교환시스템



金 洛 明

1958年 2月 1日生

1980年 2月 서울대학교 전자공학과 (학사)

1982年 2月 KAIST 전기 및 전자공학과 (석사)

1990年 5月 이 CORNELL대학교 전기공학과 (박사)

1980年 2月 ~ 1987年 4月 금성전기 연구소 연구원

1987年 5月 ~ 현재 금성정보통신 연구소 책임연구원

이동통신 연구단 위성통신 실장

주관심 분야 : 위성통신 시스템, 개인 휴대통신시스템, 이동 데이터 시스템,
Communication Network Design