

《主 題》

위성통신 요소기술

김재명·이호진·박광량
(한국전자통신연구소 위성통신시스템연구부)

■ 차 례 ■

I. 개 요

II. 위성통신 시스템 기술

- 1. 위성중계기 기술
- 2. 위성관제 기술
- 3. 지구국 기술

III. 위성통신 기술 발전추세

- 1. 위성통신 기술발전 방향
- 2. 위성통신분야의 차세대 기술개발

IV. 결 론

I. 개 요

위성을 이용한 통신을 각 중계 구간별로 분류하여 보면 우주국과 지구국간의 통신, 우주국 상호간의 통신, 우주국을 중계로한 지구국간의 통신으로 나눌 수 있다. 여기서 우주국을 중계로 한 지구국간의 통신을 위성통신이라 부르며, 여러가지의 위성 중 정지위성이 공중통신에 가장 널리 사용되고 있다. 또한 위성통신에는 이용목적에 따라, 공정국간의 통신을 행하는 고정위성업무 및 항공, 선박, 자동차등 이동체를 대상으로 통신을 행하는 이동체업무가 있다.

그리고 위성통신은 지상통신에 비해 지상재해와는 무관하게 재해에 대해 높은 신뢰성을 가지며, 서비스 지역의 광역성과 회선설정의 신속성이 우수하고, 통신회선의 품질 및 경비가 지상의 거리에 아무런 영향을 받지 않는 물리적인 특성이 있다. 또한 이용면에서는 회선설정이 유연하여 사용하고 있는 회선수를 쉽게 변경할 수 있고, 동보통신이 용이하여 동일채널을 다른 방향, 다른 구간에 적절하게 사용할 수 있는 특성이 있다. 이러한 특성을 이용하여 위성통신의 사용은 지상방식과 조합하여 통신시스템의 경제적인 구현 및 고신뢰화를 꾀할 수 있고, 위성통신망의 통신시

스템을 구현하여 위성통신의 특징을 최대한으로 이용할 수 있다.

위성통신 시스템은 우주에 있는 위성체, 지상의 통신시설인 지상설비 및 위성을 제어하는 관제시설로 구성된다. 위성체는 지구국과 통신을 담당하는 통신계와 통신계가 주어진 성능을 발휘할 수 있도록 주변 환경을 제공하는 구조계, 자세제어계, 전원계, 열제어계 및 텔리메트리/명령계 등의 서브시스템으로 구성된다. 종래의 통신계는 단지 미약한 RF 신호의 증폭기능, 주파수변환 기능 그리고 RF신호를 증폭하여 출력하는 기능만 갖추고 있었으나, 기술의 급속한 발전으로 '90년대 후반에는 위성에 신호처리 기능을 탑재하여 하나의 교환국 역할을 담당하게 될 것이다. 그렇지만 지상시설의 규모는 위성의 규모의 증가에 반비례하여 점차 소형화되고 있는 추세에 있다. 이러한 위성통신 시스템의 변천과 장래예측에 대해서 <표 1>에 정리를 하였다.

본 고에서는 통신위성에서 통신시스템을 구성하는 중계기부문, 위성을 감시제어하는 관제부문 그리고 통신서비스를 수행하는 지구국 및 전송부문으로 구별하여 각 부문별 구성 및 요소기술에 관하여 고찰하기로 한다.

<표 1> 위성통신 시스템의 변천과 장래예측

시 기	항 목	위성의 규모 (중량) (전력)	지구국의 규모 (안테나 직경)	위성통신서비스 이용자
1960년대		수 101~300Kg 수 10~300W	20~30 m	일반용서비스(공중통신)
1970년대		300~800Kg 300~800W	10~20 m	· 공공기관등 ↓
1980년대 전반		600Kg~1Ton 600~1.5KW	3~10 m	특수용 서비스(전용통신)
1980년대 후반		1~2 Ton 1~2KW	1~3 m (SNG, VSAT등)	· 기업, 방송사업자등 · 중소규모 User등(소용량통신)
1990년대		2 Ton 이상 2KW 이상 ↓	수10cm~1m ↓	↓
2000년대		정지플랫폼	손목시계크기	개인용서비스 · 개인 (Personal 통신)

II. 위성통신 시스템 기술

1. 위성중계기 기술

1.1 위성중계기 구성

위성중계기는 지상으로부터 오는 미약한 RF 신호를 저잡음 증폭하고 주파수 변환하는 기능과 지상에서 RF 신호를 수신할 수 있도록 고출력 증폭하는 기능을 갖는다. 위성에서 증폭되는 RF 신호이득은 통신위성의 경우 약 100-110 dB 정도, 방송위성의 경우 약 120 dB 이상이 된다.

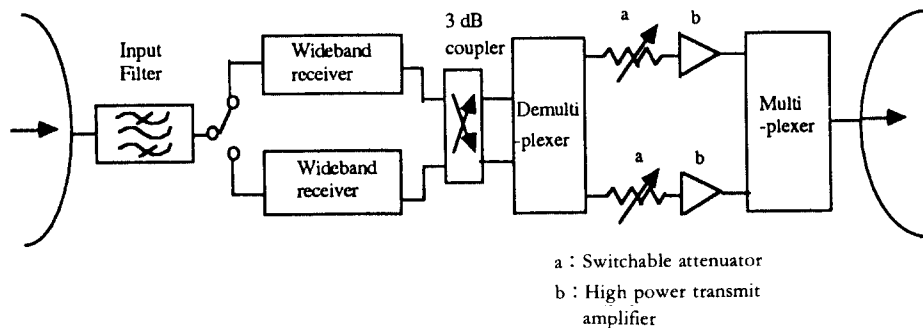
일반적인 중계기는 다음의 (그림 1)과 같이 일반적으로 수신부와 송신부로 나누어지는데, 수신부는 입력필터, 수신기로 구성되고, 송신부는 입력 Demultiplexer, 채널이득 및 조절기, 고출력 증폭기 및 출력 Multiplexer로 구성된다. 중계기 규모는 중계기 수, 채널 수, 예비중계기 구성, 제공 서비스 형태등에 의해 결정된다.

현재 사용되고 있는 대부분의 위성은 (그림 1)과 같이 RF신호만 처리하는 부분으로 구성되어 있으며, 상향(Up-link)신호를 하향(Down-link)신호로 변환하는데 있어 변환방식에 따라 RF-RF형태와 RF-IF-RF형태로 나눌 수 있다.

RF-RF형 중계기는 한개의 믹서(Mixer)를 이용하여 상향신호를 하향신호로 주파수 변환하고 신호의 전력을 증폭한다. 하향신호의 주파수안정도는 중계기에 탑재된 국부발진기에 의해 정해지는데, 전체시스템의 성능에 미치는 영향은 매우 크다.

RF-IF-RF형 중계기는 이중으로 주파수 변환하며 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 고출력 증폭기내에서의 왜환에 의한 발전현상을 피할 수 있다.
- 주파수 대역이 다른 중계기 간의 RF신호의 스위칭 또는 Cross-strapping 등에 편리하다.
- 중간주파수 대역에서 필터링 하기 때문에 필터링



(그림 1) 전형적인 위성중계기의 구성도

후 신호주파수 및 위상 특성이 RF-RF형에 비해 향상된다.

-RF-RF형에 비해 두개의 주파수 변환기와 믹서가 필요하기 때문에 신뢰도가 떨어진다.

RF-RF형 중계기는 상향회선상에서 발생하는 신호의 오류를 정정하지 않고 단지 그대로 지상에 보내는 방식이나, RF-IF-RF형은 중계기에 신호처리기능을 두어 상향회선상에서 발생한 오류를 정정한 후 지상에 보내는 기능을 갖도록 구성될 수 있다.

1.2 위성중계기 요소기술

(1) 안테나

위성안테나는 위성중계기의 전체이득과, 타 위성 및 지구국들에 대한 간섭특성에 크게 영향을 주는 중요한 부분이다. 위성안테나는 빔커버리지 구성 형태에 따라 단일빔(Single beam) 안테나, 성형빔(Shaped beam) 안테나, 다중빔(Multibeam)안테나로 구분된다.

◦ 단일빔 안테나 기술

지구 전체를 빔커버리지로 하는 글로벌 빔(Global beam)은 약 17.4° 반전력빔폭을 갖는 원추형혼(Conical horn) 안테나를 사용하게 된다. TE의 단일 모드로 여기되는 단일모드(Single mode) 혼 안테나는 초기위

성(Intelsat III 및 IV)에 이용되었으나, 그 이후 위성들은 혼 안테나의 원추형태에 계단적인 변화를 주거나 내부에 유전체를 부착하여 TE모드 및 TM모드로 여기되는 다중모드(Multiple Mode)를 사용하여 양호한 교차편파 특성과 20-30%의 사용 주파수 대역폭을 갖게 되었다. 우수한 교차편파 특성, 낮은 side-lobe 특성, 광대역 주파수 특성(Octave대역)을 위해서는 EH모드로 여기되는 하이브리드 모드(Hybrid mode) 혼 안테나가 사용된다.

국내 위성빔과 같이 좁은 빔커버리지를 위한 스폿(spot)빔 안테나에는 대부분 위성의 경우 (그림 2)와 같은 Offset-feed 방식의 파라볼라 반사판 안테나를 사용한다. Offset-feed 방식은 안테나 중앙에 피드가 위치하는 Front-feed 방식에 비해 피드시스템에 의한 빔 차단 및 산란을 피할 수 있고 피드시스템을 위성체 Shelf에 장착하여 안테나 연결 도파관 길이를 줄일 수 있으며, 발사시 로켓트 내에 탑재가 유리하다.

스폿빔용 위성안테나의 반사판에 사용되는 재료는 Aluminum honey comb과 낮은 열팽창 계수를 갖는 Graphite fiber composite가 사용된다.

교차편파를 사용하고 우수한 안테나성능을 얻기 위해서는 수직편파 신호만의 반사를 위한 수직 Grid 반사판과, 수평편파 신호만의 반사를 위한 수평 Grid

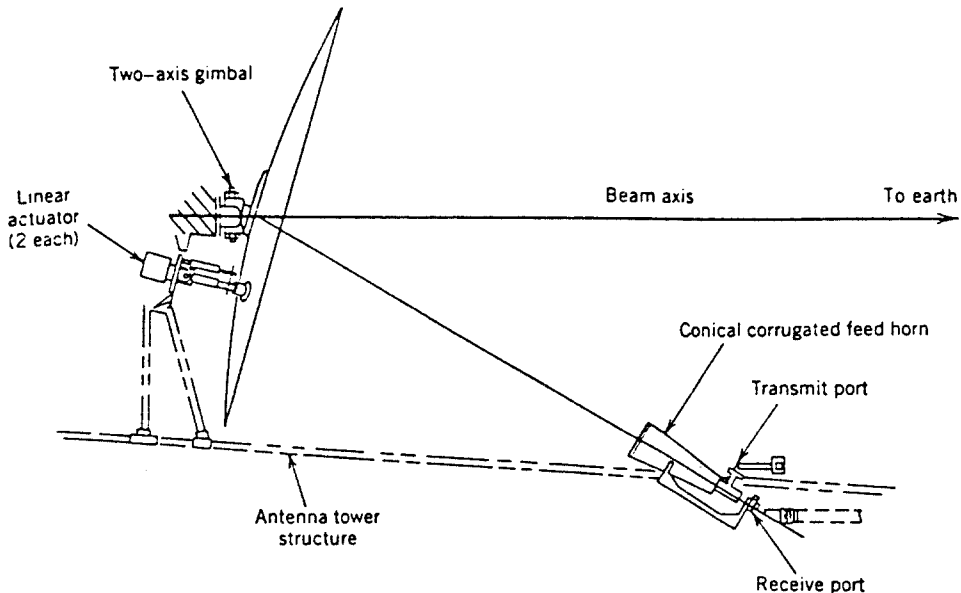


그림 2. Offset-feed 방식의 파라볼라 반사판 안테나

반사판을 이중으로 겹친 Dual-grid 반사판 안테나를 사용한다. 이 때 수직편파 및 수평편파의 독립된 피드혼이 해당 반사판의 촛점에 위치하게 된다.

◦성형빔 안테나 기술

성형빔(Shaped beam)안테나는 빔의 모양을 변화하여 임의의 형태로 규정된 빔 커버리지 패턴을 구현하는 안테나로서, 커버리지내 이득은 향상되며 커버리지외 지역에는 빔 격리도를 크게 개선시킨다. 이러한 성형빔 구성방식으로는 여러 개의 피드혼을 사용하여 피드혼의 개구모양, 크기분포, 위상분포 등을 조정하여 원하는 형태의 빔을 구성하는 다수혼 급전방식과 반사판의 모양을 변화시켜 빔을 구성하는 2가지 방식이 있다.

◦다중빔 안테나 기술

다중빔 안테나는 여러 개의 피드혼 구조체와 하나의 반사판으로 구성되며 피드혼의 각각이 동일한 방향의 독립된 빔을 갖게 된다. 각 독립된 빔들은 약 0.5°~1°의 반전력빔폭을 갖는 매우 높은 이득을 가지므로써, 위성중계기의 중요한 성능지수인 등가 등방 송신전력(EIRP: Equivalent Isotropic Radiation Power)과 수신이득 대 잡음전력비(G/T)값을 크게 증대시켜 통신용량 증가와 지구국 안테나의 경량 소형화 효과를 가져온다.

위성안테나의 설계 및 제작에 요구되는 기술을 살펴보면 먼저 고효율, 낮은 side-lobe 레벨, 우수한 교차편파 분리특성, 매우 적은 빔 지향오차등 주요 전기적 성능을 개선하는 기술이 필요하다. 또한 발사환경과 우주환경에서 요구되는 극심한 내구력과 열적 조건을 만족하는 위성안테나 설계/제작 기술과 신뢰성 있는 위성안테나 전개(deployment)기술이 필요하다.

이 외에 요구되는 기술로는 진공상태에서 전자공진 방전에 의해 부품에 증대한 손상을 주는 Multipactor 현상과 도파관과 같은 수동부품에서 발생하는 일종의 혼변조인 PIM(Passive Intermodulation)을 방지할 수 있는 기술등이 있다.

(2) 수신부

위성중계기의 수신부에 대한 구성도를 (그림 3)에 나타내었다. 수신부는 위성안테나로부터 입력된 신호를 광대역(약250MHz-500MHz대역폭) 여파기로 대역의 신호를 약 80dB 억압시켜 수신대역만을 통과시키고, 저잡음 증폭기로 미약한 수신신호를 저잡음 증폭시킨후, 주파수 혼합기에서 상향링크 주파수를 하향링크 주파수로 주파수변환을 한 후 필요한 레벨 만큼 신호를 증폭하게 된다.

수신부에서 가장 중요한 성능지표는 잡음지수와 3차 혼변조 교차전력점을 들수 있다. 잡음지수는 중계기 수신 G/T 성능을 결정하는 인자로서 안테나 연결도 파관의 삽입손실, 광대역 입력여파기의 삽입손실, LNA의 잡음지수와 이득으로 계산된다. 초기위성의 저잡음 증폭소자로는 터널다이오드 증폭기를 사용하였으며 이후에는 바이폴라 트랜지스터, GaAs FET를 주로 사용하였지만, 최근 위성에는 매우 낮은 잡음지수 성능을 갖는 HEMT소자를 채용하고 있다.

3차 혼변조 교차전력점은 수신부의 비직선 특성을 나타내는 성능지표로서, 낮은 값인 경우 수신 신호들의 공통증폭에 따른 혼변조 잡음이 크게 증가되어 통신품질을 떨어뜨리게 된다. <표 2>에 수신부의 전형적인 성능특성을 나타내었다.

수신부 설계, 제작에 요구되는 주요 기술을 살펴보면 다음과 같다.

- 저잡음 증폭 및 평탄도 개선기술

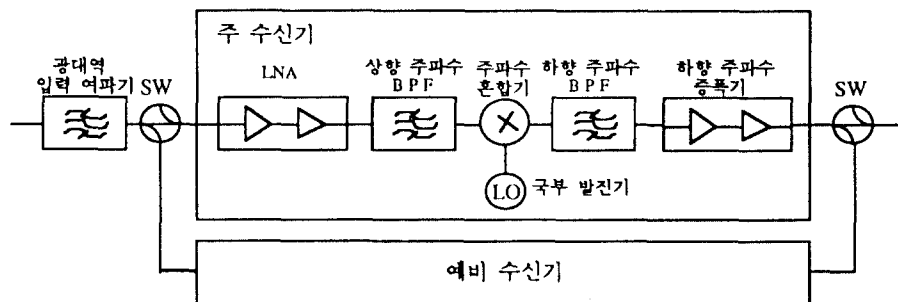


그림 3. 위성중계기의 수신부 전형적인 구성도

<표 2> 위성중계기 수신부 특성비교

Characteristic	Device	Tunnel Diode	Bipolar Transistor	GaAs Field Effect Transistor	HEMT
Single Amplifier Noise Figure, dB		5.0	6.0	3.0	2.0
Total Receiver Noise Figure, dB		7.4	6.7	3.7	2.7
Amplifier 3 IM Intercept dBm		-5	+15	+15	+15

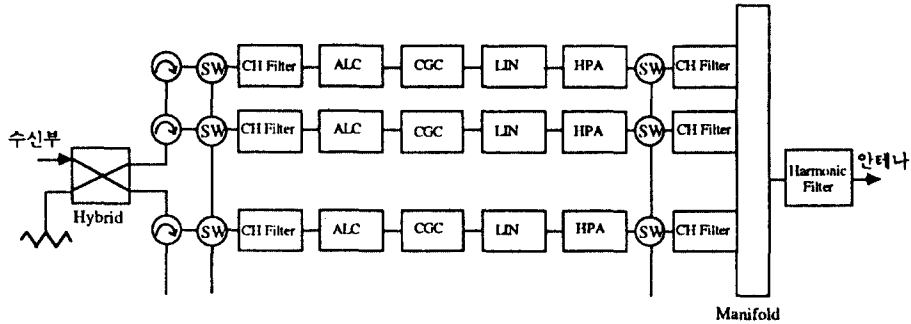


그림 4. 위성중계기 송신부의 전형적인 구성도

- 소형 · 경량화 기술
- 넓은 온도범위 (약 $-10^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{C}$) 동작을 위한 열보호 및 성능특성 보정 기술
- 국부발진기의 주파수 안정도 개선 기술
- 정확한 DC-DC 전압, 전류 변환 기술
- 도파관형 입력여파기의 저손실화 기술

(3) 송신부

위성중계기 송신부에 대한 개략적인 구성을 (그림 4)에 나타내었다.

◦ 입력 Multiplexer 기술

위성중계기 송신부는 수신기로부터 입력된 신호는 Hybrid coupler를 거쳐 서큘레이터와 협대역(27MHz, 36MHz 등)여파기로 구성되는 입력 Multiplexer를 통해 협대역 신호로 분리된다. 협대역화하는 근본이유는 전체 주파수 대역을 분할하여 채널당 공통증폭되는 신호수를 감소시켜 통신품질에 악영향을 주는 혼변조 잡음을 줄이기 위한 것이다. 입력 Multiplexer는 6~8차의 Chebyshev 또는 Elliptic function 도파관 여파기를 사용하게 되는데, 최근 위성 대부분이 균지연 특성은 약간 떨어지나 대역외 차단특성이 매우 좋은 Elliptic형 여파기를 사용하고 있다. 균지연 특성보상

을 위한 등화기를 외부에 부착해 왔으나 최근에는 자기동화(Self equalization)방식을 사용하고 있다. 여파기 재질로서는 열팽창계수가 극히 적은 Invar 재료를 사용하고 있다.

◦ 채널증폭기 기술

협대역화된 신호는 다음과 같은 기능을 수행하는 채널 증폭기들을 통과하게 된다.

- ALC (Automatic Level Control) : 강우감쇄등에 의한 상향링크 신호의 전력레벨의 변동에도 항상 최대송신전력 유지토록하는 회로(주로 방송채널에만 채택함)
- CGC (Command Gain Control) 증폭기 : 예비증계기 전환에 따른 이득변동의 조정, 서비스 전환에 따른 이득값 조정을 위해 지상의 관제소로부터의 원격 명령신호로 증폭 이득값을 최대 10~20dB 정도를 조정토록하는 회로(통신방송 중계기에 필수적으로 채택함)
- Linearizer : 고출력 증폭기 전단에 위치하여 고출력 증폭기의 비직선 특성을 크게 개선하는 회로(일반적으로 다중반송파 서비스용 중계기에서만 채택함)

◦ **고출력 증폭기기술**

위성중계기용 고출력 증폭기는 주로 광대역, 고이득, 고효율, 고출력의 이점을 갖는 진행파관 증폭기(TWTA)가 사용되고 있다. 최근 위성들 중 저출력(약 5~10W급) 중계기에 고전력형 GaAs FET을 이용한 SSPA(Solid State Amplifier)를 채택하고 있는 위성이 많다. SSPA는 소형·경량, 선형성, 신뢰도 등의 이점을 가지지만 낮은 효율, 저전력 증폭의 단점도 있어 이에 대한 개선을 위한 기술개발이 진행중에 있다.

◦ **출력 Multiplexer 기술**

고출력 증폭된 각 채널신호는 도파관형 스위치를 통과한 후 출력 Multiplexer에 의해 다시 결합된다. 출력 Multiplexer는 고출력증폭된 신호를 결합하므로 열적변동에 강하고, 삽입손실이 가능한 한 적어야 한다. 따라서 여파기의 차수도 4차 정도로 낮은 Elliptic형으로 설계하며, 서플레이터 결합방식을 사용하지 않고 도파관으로 구성하며, Short Circuit Manifold를 통하여 적은 손실로 결합시킨다.

◦ **Harmonic Filter기술**

송신신호를 최종적으로 송신대역의 2차고조파 대역과 수신대역을 약 60dB정도로 억압하기 위해 Harmonic Filter를 사용한다. 위성송신부의 설계, 제작에 관련된 주요 기술을 정리하면 다음과 같다.

- 입력 및 출력 Multiplexer의 소형·경량화, 저삽입손실, 열변동에 따른 Filtering 주파수편이 극소화, 대역외의 높은 차단특성, 대역 가장자리에서 발생하는 근지연특성의 개선
- 채널증폭기(CGC, ALC)등의 평탄도개선, 열변동에 따른 특성변동개선
- ALC 증폭기의 출력안정도 개선, Dynamic range (약 15dB 이상)의 개선, 응답속도의 최소화
- HPA의 고효율화, 고출력화, 비선형성 감소등 제반성능 개선
- PIM 및 Multipactor 대책

2. 위성관제 기술

위성관제란 지상으로부터 위성의 내부상태와 운동상황을 원격으로 감시하고 이에 따라 원격으로 명령을 보내어 위성을 제어하는 업무로서 기능적으로 보아 상태의 감시(Telemetry), 추적(Tracking), 그리고 명령(Command)으로 구성되기 때문에 TT&C로 통칭

된다. 위성이 발사체에서 분리되는 순간부터 수명이 다할 때까지 위성의 임무수행을 위한 지상의 감시제어기능은 이 관제를 통하여 수행되며, 수명이 다한 위성을 우주공간으로 폐기하는 일도 관제의 일부이다. 오늘날 위성은 여러가지의 임무와 용도로 사용되고 있어 위성마다 감시 및 추적, 그리고 제어의 내용과 요구사항이 다르지만 근본적으로는 동일한 관제기술이 사용되고 있다.

2.1 위성관제 시스템 구성

위성관제 시스템의 구성은 개념적으로 보아 위성과의 신호 인터페이스 및 추적부분, 위성데이터 처리 및 제어명령 처리부분, 그리고 위성임무 감시 제어부분으로 구성된다. 통신방송 임무를 갖는 정지궤도 위성에서의 위성임무 감시제어는 위성통신망의 성능감시와 이에 따른 위성통신망의 운용제어이다. 위성과의 신호 인터페이스 및 추적을 담당하는 시스템을 관제소(TT&C station)라고하는데, 이 곳에는 위성으로부터 송신되는 원격측정 RF신호(Telemetry)를 수신하여 데이터를 추출하고 원격명령(Command)을 RF신호로 송출하며, 위성의 위치를 추적하기 위한 거리 측정(Ranging) 및 각측정(Angle measurement)을 수행하게 된다.

통신방송위성의 경우 통신채널과는 별도로 관제채널을 갖고 또한 전송방식이 위성통신 채널과는 다르므로 일반 통신장비와는 특성과 성능이 다른 RF/IF/BB 하드웨어를 갖게 된다. 관제소는 보통 주 관제소와 예비 관제소의 이중화 구조를 갖는데 서로 거리가 상당히 이격되어 있고 그 성능면에서도 약간 상이하다. 주관제소는 위성의 궤도진입 후 평상시 관제에 필요한 최소한의 기능을 갖는 반면, 예비관제소는 비상시 위성관제를 할 수 있는 백업의 개념으로 설계되기 때문에 주 관제소보다는 고출력이며 안테나의 성능이 강화되어 있는 것이 일반적이다.

관제소와 데이터링크로 연결된 곳이 위성제어센터(SCC : Satellite Control Center)인데 이 곳에 위성관제의 중추가 되는 컴퓨터시스템이 설치 운용된다. 관제소에서 수신된 원격측정 데이터가 입력되면 이를 처리하여 위성의 내부 동작상태를 표시하여 주고 운용자가 이에 대해서 원격명령을 내릴 수 있도록 하는데, 데이터를 텍스트및 그래픽으로 표시하여 줄 뿐 아니라, 추적등을 통하여 얻어진 자료를 이용하여 위성의 자세와 궤도를 결정하고 예측하며 원하는 위치와

자세를 갖도록 제어한다. 위성제어센터는 관제소와 항시 데이터를 교환하여야 하므로 주 관제소와 같은 장소에 설치되는 것이 일반적이다.

한편 관제소와 위성제어센터의 감시제어대상이 위성 자체이라면 실제 위성의 임무, 즉 통신방송 위성의 경우 위성통신 자체에 대한 감시와 제어도 중요한 기능인데, 위성을 이용한 통신과 방송이 정해진 규격과 성능대로 동작 또는 운용되고 있는 지를 감시하고 제어하는 것은 위성통신망 설치의 운용보전에 절대적으로 필요하다. 위성통신망 감시제어시설은 관제소의 RF/IF/BB 장치 및 측정장비를 이용하여 신호를 측정감시하는 통신시스템 감시장치(CSM : Communication system Monitoring)와 위성의 궤도내 시험장치(IOT : In-Orbit Test), 그리고 위성통신망 전체의 망 제어를 수행하는 위성망 제어센터(NCC : Network Control Center)로 구성된다. 이러한 위성관제 시스템의 일반적인 구성을 (그림 5)에 나타내었다.

2.2 위성관제 요소기술

(1)관제소

◦거리측정 기술

관제소에서 위성까지의 직선거리를 측정하는 방법으로 지상에서 위성으로 단일 주파수를 갖는 신호

(Tone)들을 전송하여 되돌아 오는 신호의 위상을 측정하는 방법이 가장 널리 사용되고 있다. 4개의 주파수 즉 27777, 3968.25, 283.437, 35.431 Hz 신호를 사용하는 다중톤(Multiple tone)방식이 사용되고 있는데, 이 신호들은 1 MHz를 계속해서 36,7,14,8로 나눈 값이 된다. 고주파 신호는 정확도를 위해, 저주파 신호는 동일위상의 정수배를 걸러내기 위해 사용된다. 이론적으로는 더 좋은 정확도를 얻기 위하여 보다 고주파의 신호를 사용할 수 있으나 이온층을 통과하는 시간이 변동이 심해지므로 이 이상의 고주파를 사용하기가 어렵다.

이 신호들은 상향회선의 경우 원격명령의 채널에 실려 70MHz의 중간주파수로 FM(Frequency Modulation) 되어 전송되지만 하향회선에서는 원격측정 채널로 되돌아 온다. 실제 시스템에서는 최대고주파 신호만 직접 70MHz로 변조되고 그 이하 주파수의 신호는 19KHz 부반송파로 일단 변조되었다가 70MHz로 변조되는 경우가 많다. 최근의 시스템에서는 위상측정 정확도가 $\pm 0.1^\circ$ 로 좋아지기는 했지만 위성체내의 위상지연과 지상 및 위성에서의 보정(Calibration) 오차때문에 측정정밀도는 $\pm 25m$ 이내이다. 보정오차를 줄이기 위해 레이저 또는 가시광선을 이용하여 보정하는 방법이 실험적으로 사용되고 있기는 하지만 현

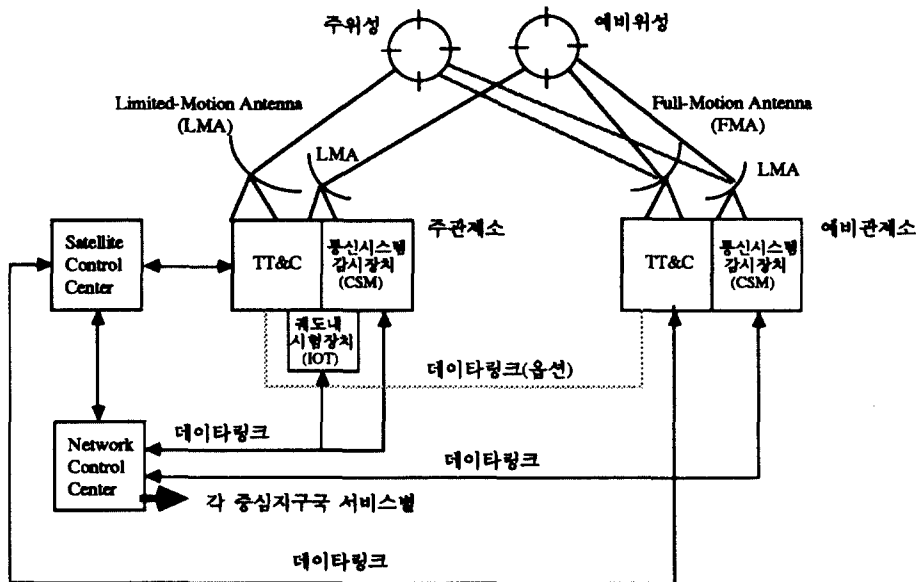


그림 5. 전형적인 위성관제 시스템의 구성

재는 대부분 지상에서의 IF 및 RF 장비의 전기적 보정으로 그치고 있다. 이러한 거리측정은 위성의 궤도 및 위치를 결정하는 데에도 필요하지만 TDMA를 사용하는 위성에 대한 지구국간의 동기를 위해서도 필요하다. 거리측정의 형태로는 한 관제소에서 위성을 직접 측정하는 방식과 2개의 관제소가 같이 참여하여 수행하는 Turnaround 방식이 있다.

이 이외의 방법으로는 의사무작위(Pseudorandom) 디지털펄스를 전송하고 반송된 신호와의 상호연관 관계를 측정하여 거리측정을 하는 방법이 있는데, 이는 먼 곳의 위성에 대해서 거리측정을 할 수 있는 반면 정확도가 떨어지므로 주로 우주탐사위성등에 사용되고 있다.

◦ 각측정(추적) 기술

위성의 위치 및 궤도를 알기 위해서는 위성까지의 거리뿐만 아니라 지상과 위성간의 사잇각을 알아야 한다. 위성에 대한 각은 양각(Elevation angle)과 방위각(Azimuth angle)이 있는데, 이 각들은 관제소와 위성의 위도 및 경도에 따라 결정되는 각으로 보통 관제소에서는 일정한 주기로(예를 들어 정지 궤도 위성의 경우 15분마다) 측정하고 있다. 정지위성의 경우 이러한 각들의 변화는 아주 작지만 천이궤도시에는 변화가 크므로 안테나를 이용하여 위성을 추적하면서 측정하게 된다. 이를 위해 관제소에서는 제한구동 안테나(LMA) 또는 완전구동 안테나(FMA)를 사용하여 각측정을 하는데, 대형이고 작동범위가 넓으므로 여러가지 형태의 추적 구동장치와 각판독장치가 사용되고 있다.

각측정을 위해서는 위성으로부터 송출되는 비이컨(Beacon)신호가 필요한데, 이는 무변조이거나 원격측정 신호로 변조된 비이컨일 수 있다. 각측정의 가장 간단한 방법으로는 안테나를 최대수신전력 위치로 조정하여 각을 판독하는 것이다. 그렇지만 이 방법은 오차가 클 뿐 아니라 단일평면상에서 이동하므로 방향을 잘못 설정하면 국부적인 최대치를 추적하기 쉽기 때문에 별로 사용되지 않고, 레이더의 원리를 이용하여 다중 피드혼(Feed horn)을 사용한 이중평면 각측정 방법을 사용한 모노펄스(Monopulse) 방식이 사용되고 있다. 약간 상이한 2 평면에 2개씩의 피드를 설치하여 이들로부터의 입력에 대해 합과 차를 조합하여 각을 측정하게 되는데 대개 정확도는 $\pm 0.01^\circ$ 정도이다.

◦ 원격측정 신호처리 기술

위성으로부터 지상관제소로 전송되는 원격측정(Telemetry) 신호는 위성내의 각종 정보를 제공하는 채널로 위성체에 따라 그 전송방식이 상이하지만 대개 2개의 채널에 2가지 방식의 신호가 조합되어 사용된다. 하나는 위성체내의 이산적인 값(스위치 on-off 등)이나 아날로그값의 디지털변환 값 등을 전송하는 PCM(Pulse Code Modulation) 원격측정 채널이고 다른 하나는 아날로그 값(센서나 자세정보 또는 Dwell 정보)을 부반송파 채널로 전송하는 아날로그 원격측정 채널이다.

원격측정 신호는 수신단에서 70MHz의 IF 신호로 변환되어 70MHz 위상변조(PM) 수신기에서 얻어진다. PCM 정보는 대개 부반송파를 PSK(Phase Shift Keying)로 변조시켜 오는데, PM 복조기를 거쳐 회복된 PSK 신호는 PSK 복조기를 거쳐 데이터로 변환되게 된다. PCM 정보는 위성에서 전송될 때 시간과 데이터별로 채널을 공유하기 때문에 PSK 복조기는 이를 다시 분리(Decommutation)시키는 기능을 포함하게 된다. 이 데이터들은 비트(Bit)동기와 프레임(Frame)동기를 거쳐서 PCM 데이터로 바뀌어 위성 제어센터로 보내지게 된다.

아날로그 정보는 IRIG 채널의 부반송파를 주파수 변조하여 전송되는데, FM 복조기를 통과하고 난 뒤에는 A/D 변환을 거쳐 위성 제어센터로 보내지게 되고 스트립차트 레코더(Strip-chart recorder)나 플로터의 입력이 되기도 한다. 이 아날로그 신호는 스피너위성의 경우 위성 회전시간의 동기 지표(index)가 되기 때문에 원격명령의 동기신호로 사용되기도 한다.

◦ 원격명령 신호처리 기술

원격명령은 위성 제어센터로부터 관제소로 전송되는 원격명령 데이터를 부호화하는 방법과 관제소에서 직접 생성시키는 방법이 있는데, 모두 원격명령 생성기(Command generator)를 이용하게 된다. 원격명령 데이터의 형태는 이진수이므로 각 비트의 값에 일정한 주파수의 톤(tone) 신호를 사용하는데 이 주파수는 시스템마다 다르지만 대개 5~8 KHz의 톤을 사용하고 FSK(Frequency Shift Keying)되어 약 5~10 msec 정도의 펄스폭을 갖는다. 이 두가지 톤외에도 '실행'(execute) 톤이 있는데, 이는 원격명령 신호의 위성수신이 확인된 후에 실행시키는 신호로 또 하나의 주파수톤을 사용한다. 이 톤 신호들은 70 MHz의

중간주파수로 FM화 된다.

관제소에서 상향으로 전송하는 데 필요한 고전력을 얻기 위하여 사용하는 증폭기로 클라이스트론을 사용해 왔는데, 고출력을 낼 수 있지만 대역폭이 좁고 주파수조정이 어려우며 유지보수가 용이하지 않아 요즘에는 TWTA를 사용하는 경향이 있다. TWTA는 대역폭이 넓어 주파수간격이 넓은 여러개의 신호를 용이하게 수용할 수 있고, 유지보수가 용이하지만 상대적으로 출력이 작아 여러 개를 결합하거나 안테나를 크게 하여 이를 보상하고 있다.

원격명령의 생성 및 수행의 보안을 위하여 여러가지 방법이 사용된다. 관제소 및 위성제어센터에서의 위험한 명령에 대한 소프트웨어 및 하드웨어적인 '확인'방법을 통하는 내부적인 보안과 다른 곳에서의 불법적인 시도에 대한 보안이 있다. 외부에 대한 보안 방법으로는 원격명령 데이터를 이미 약속된 키(key)에 의하여 암호화하여 전송하고 위성에서 해독하는 방법이 가장 널리 사용되고 있는데 미국의 DES 방법이나 KT123/KR123 방법등이 대표적이다. 다른 방법으로는 FM 주파수를 시간에 따라 변환시키거나 소극적으로 원격명령 수신기의 감도를 낮게하여 고출력 신호만 입력되게 하는 방법, 그리고 이러한 외부에서의 시도를 감지하면 이를 지상으로 알려주는 방법등이 사용되고 있기도 하다.

(2) 위성제어센터

○ 위성관제 컴퓨터 시스템 기술

위성관제 컴퓨터 시스템은 기능구현의 구조에 따라 기능집중식과 기능분산식 2가지 형태가 있다. 실시간으로 발생하는 외부의 입력에 대한 그 처리 시간 및 응답성에 따라 실시간성 처리기능과 비실시간성 처리기능으로 기능을 분류할 수 있는데, 이 기능들을 분리해서 구현하는가에 따라, 또한 그래픽 인터페이스를 포함하는 기능을 워크스테이션등으로 분산시켜 구현하는가에 따라 시스템의 구조가 결정된다. 기능집중식은 이러한 기능들을 하나의 컴퓨터에 집중시켜 구현하는 형태로 콤팩트한 시스템이 되어 경제적이고 운영자를 최소화할 수 있는 장점이 있으나, 기능분할이 이루어지지 않아 시스템확장이 어렵고 부하분산도 어려우며 워크스테이션이 없어 다양한 그래픽 인터페이스를 제공하기 어렵다는 단점이 있어, 과거의 소형 스펙위성 관제에 사용되어 왔으나 최근에는 많이 사용되지 않는다. 기능분산식 구조는 기능 및

부하를 여러 컴퓨터 혹은 워크스테이션에 분산시켜서 LAN으로 연결시키는 구조로서, 시스템확장이 용이하며 부하분산도 가능하고 다양한 그래픽 인터페이스를 융통성있게 구현할 수 있는 방식이어서, 최근들어 가장 널리 사용되고 있다. 그러나 이 구조는 설치비용이 많이 들고 네트워크의 성능이 시스템성능과 직결된다는 단점도 가지고 있다.

기능분산식 구조에 있어서도 컴퓨터들에 기능을 분산시키는 형태가 각 제작회사마다 다르지만 대개 실시간 기능과 비실시간 기능을 분산시키는 구조가 일반적이며 또한 실시간 기능도 TT&C 전처리 기능과 데이터 처리기능으로 구분하여 분산시키기도 한다. 특히 TT&C 전처리 기능은 실시간성을 요구하는 기능이 많아 많은 부분을 하드웨어로 구현하기도 한다.

시스템의 실시간처리 요구사항과 관제시스템 개발역사 때문에 OS로는 VMS가 많이 사용되고 있는데 이에 따라 컴퓨터는 거의 VAX 계열이다. 최근에는 실시간성이 보강된 실시간 UNIX를 사용하여 구현하려는 움직임이 있으나, 현재까지는 일부 기능만 담당하는 부시스템 정도에 적용하는데 머물러 있다.

한편 최근에 들어서는 이제까지의 위성관제 운용의 개념을 운용자의 감시, 판단, 제어로부터 인공지능을 이용한 자동 감시판단에 의한 운용으로 변화시켜 시스템을 구성하려는 연구노력이 활발하게 일고 있다. 그리하여 위성의 감시제어에 필요한 지식들을 지식베이스(Knowledge Base)화 하여 이를 통하여 평상시 감시제어 뿐만 아니라 비상복구 절차작성이나 운전자 판단지원, 그리고 운전자 훈련이 수행될 수 있도록 적용하고 있는 추세에 있다.

○ 실시간 원격측정/ 원격명령 데이터 처리기술

이 기술은 근본적으로 소프트웨어 기술로서 분야별로 보면 원격측정 데이터 추출 및 공학치변환 처리기술, 데이터 그래픽 디스플레이 기술, 데이터베이스 관리기술, 그리고 원격명령 생성 및 검증/수행기술이 소요된다. 원격측정 항목이 약 1,000에서 1,500 사이에 있으므로 대부분의 처리가 데이터테이블 또는 데이터베이스를 근간으로 하는 데이터구조에 의해 이루어지게 되며, 이들의 버전관리나 컴퓨터간의 기능분산에 따른 네트워크에서의 데이터베이스 무결성(integrity)과 일치성(consistency)을 유지하기 위한 데이터베이스 관리기술, 네트워크 프로세스(Process)

통신기술, 그리고 각 처리모듈의 모듈리구조를 따르는 FSM(Finite State Machine) 및 FMM(Finite Message Machine) 소프트웨어 기술등이 사용된다.

워크스테이션 또는 X-터미날을 이용하는 그래픽 처리를 위해서 X-Window 나 OSF/MOTIF등의 그래픽 사용자 인터페이스(GUI) 기술, 그리고 객체지향형 프로그래밍 기법이 사용되며, 보다 편리하고 다양하며 다중매체를 이용한 종합적인 감시제어환경을 위한 다중매체 운운자 지원 인터페이스 기술이 개발되고 있다.

한편 원격제어 명령생성의 단순화 및 안전성을 위하여 명령편집기 등의 편집소프트웨어 기술과 위험한 명령을 인식하고 허락을 받도록 하는 보안 소프트웨어 기술, 그리고 명령의 유효성을 확인하고 검증하기 위한 소프트웨어 기술도 사용되고 있다. 특히 비상시에 위성의 상태를 복구하기 위한 정확하고 깊이 있는 지식이 요구되는 경우를 지원하기 위한 자동화 및 인공지능화 소프트웨어 기술도 개발되고 있다.

◦비행역학 처리기술

위성은 정지궤도에 있어도 태양입자의 복사압이나 지구중력장의 불균형, 태양과 달의 인력등 우주환경으로부터의 외란을 받아 원래의 자세와 궤도로부터 이탈하게 되며, 또한 시간에 따라 지구나 달의 그림자 속으로 들어가는 식(Eclipse)이나 태양간섭(Sun interference)현상등 운운상 천체현상을 겪게 된다. 특히 자세와 궤도, 그리고 천체현상은 위성통신망에 큰 영향을 주므로 이러한 역학현상에 대해서 현재의 상태를 결정하고 미래를 예측하는 것이 위성관제에 있어서 매우 중요한 일이다.

-자세결정 및 제어기술

위성의 자세는 위성의 빔 형성을 결정하므로 매우 중요한 사항이다. 위성의 자세는 위성의 안정화방식과 직접 관련이 있으므로 스핀안정화 위성과 3축 안정화 위성에 대해서 자세제어 및 자세결정 방식이 서로 상이하다. 스핀위성의 경우 자세는 스핀축과 스핀율로 결정되며 스핀축의 방향은 태양방향과의 차이로 정한다. 3축위성은 피치(pitch), 롤(roll), 요(yaw) 축 3가지 방향의 좌표와 축방향의 속도로 자세를 결정하며 역시 태양과 지구방향을 기준으로 자세를 유지한다.

위성의 자세는 태양센서 및 지구센서, 그리고 자이

로의 값의 처리에 의해 결정되는데, 자세제어는 위성체 내에서 수행되므로 지상 소프트웨어의 자세결정 및 제어는 천이궤도상에서만 수행되는 것이 최근의 추세이다. 센서 데이터는 일단 smoothing 되었다가 위성의 구조에 맞는 시스템방정식에 대해 가중최소차승법(WLS)이나 Kalman Filter에 의해서 처리된다.

지상으로부터의 자세제어는 위성체내의 제어에 대한 백업으로 존재하지만 실제로 동작하기에는 전송 지연이 있어 시스템 안정도가 영향을 받으므로 비상시외에는 사용되지 않는 것이 최근의 추세이다.

-궤도결정 및 예측, 제어기술

궤도결정이란 궤도 6요소를 결정하는 것이고 궤도 예측이란 결정된 궤도요소를 사용하여 임의의 시점에서의 궤도요소를 구하는 것이다. 궤도결정 방법은 크게 2단계로 나눌 수 있는데, 첫 단계는 섭동력이 없다고 가정하여 구하는 예비궤도 결정이고 나머지는 예비궤도를 이용하여 미분보정하여 궤도를 결정하는 단계이다. 예비궤도 결정에는 거리와 각측정 데이터에 적합하고 계산정확도가 높은 Gauss 및 Herrick-Gibbs 방법이 널리 사용되고 있다. 궤도예측에는 2가지 방법이 사용되는데, 섭동력을 어떻게 계산하느냐에 따라 일반 섭동력해석 방법과 특수 섭동력해석 방법으로 나누어진다. 특수해석방법은 모델이 수학적으로 비교적 정확하여 결과가 정밀하지만 계산시간이 많이 소요되므로 단기간 내의 예측에 주로 사용되고, 일반해석방법은 모델이 정확하지 않아 정밀도가 떨어지나 계산이 빠르므로 정성적인 분석이나 장기간의 예측에 사용된다. 특수해석방법으로 과거에는 컴퓨터가 발달되지 않았기 때문에 계산시간이 적게 소요되는 Encke방법을 주로 사용하였으나, 최근에는 계산시간은 많이 걸리나 정확도가 뛰어나고 섭동력 모델 수정이 용이한 Cowell 방법을 많이 사용하고 있다.

한편 지정된 궤도구간내에 위성을 유지(Station-keeping)시키기 위하여 분사장치(Thruster)를 사용하는데, 이를 위해서는 궤도구간을 벗어나는 시각과 이동량, 그리고 분사량을 계산해야 하며, 이러한 매뉴버(Maneuver)에 대한 시뮬레이션과 정밀조정을 하여야 하고 필요에 따라서는 분사장치계의 보정을 하여야 한다. 위성의 궤도이동을 위하여 이동량에 해당하는 ΔV 를 계산하고 이를 위해 필요한 펄스수(또는 분사시간)와 사용연료량 등을 계산한다. 매뉴버는 필요한

이동량을 한 번에 달성하는 단일분사 방식과 여러 번에 나누어 하는 다중분사 방식이 있는데, 계산이 여러 번 필요하고 이동시간이 길어지지만 중간에 보정을 할 수 있어 연료를 절약할 수 있는 다중분사 방식이 많이 사용되고 있다. 이제까지는 궤도유지 구간이 $\pm 0.1^\circ$ 였지만 최근에는 $\pm 0.05^\circ$ 로 줄어들어 궤도제어 빈도가 약 2배로 증가하여 예측정밀도 및 제어정확도가 더욱 더 요구되고 있다.

○ 위성궤도 진입제어 기술

위성이 발사체에서 분리되어 자세를 잡고 지상과의 채널이 설정되어 제어를 받으려면 태양, 지구, 달과의 각도와 시각에 크게 영향을 받기 때문에 발사를 시킬 수 있는 시간대가 정해지는데, 이를 발사창(Launch window)이라고 하며 발사전에 미리 계산되어야 한다. 실제 발사에서 위성분리까지의 시간은 대략 20분정도이고 발사시각은 정오 또는 자정근방이 된다. 위성이 분리되면 천이궤도(Transfer orbit)상으로 위성이 진입하게 되는데, 기본적으로 태양을 기준으로 하여 자세를 확립하게 되며 약 10시간의 주기로 지구를 공전하게 된다. 위성에 따라서는 이 시기에는 스피난정형 형태를 취하는 것도 있다. 이 때에는 관제소가 합동으로 시간대를 정하여 위성을 추적하고 제어하게 된다. 그리고 궤도를 결정하고 정지궤도로의

진입을 위해 원지점모터(AKM)의 분사를 제어하게 되는데, 이와 아울러 적도평면으로의 궤도진입을 위해 노드(node) 이동도 계산되게 된다.

천이궤도에서 원지점모터를 이용하여 표류궤도(Drift orbit)에 진입하면 궤도의 위치를 확립하고 또한 지구의 방향도 확립하게 된다. 그러면 중계기 등의 탑재장비를 가동하여 시험에 들어가게 된다. 이러한 진입제어에는 각종 단계에서의 분석과 계획이 필요하며 자세와 궤도의 모든 기술이 소요된다. 특히 비상시에 대비한 원격명령절차 등이 미리 계획되고 리허설도 수행되어야 한다.

(3) 위성통신 감시제어 및 망제어센터

위성통신망의 감시제어 시스템의 중추는 위성망 제어센터로 다음과 같은 항목에 대해서 측정하고 데이터를 수집하며 시험결과를 분석하는 기능을 수행한다.

- 궤도내 중계기의 성능시험
- 일상적으로 수행하는 중계기에 대한 감시
- 통신 시스템 감시
- 원격 지구국에 대한 RF 규격검증

이 시스템과 주변 시스템과의 연결구성도를 (그림 6)에 나타내었다.

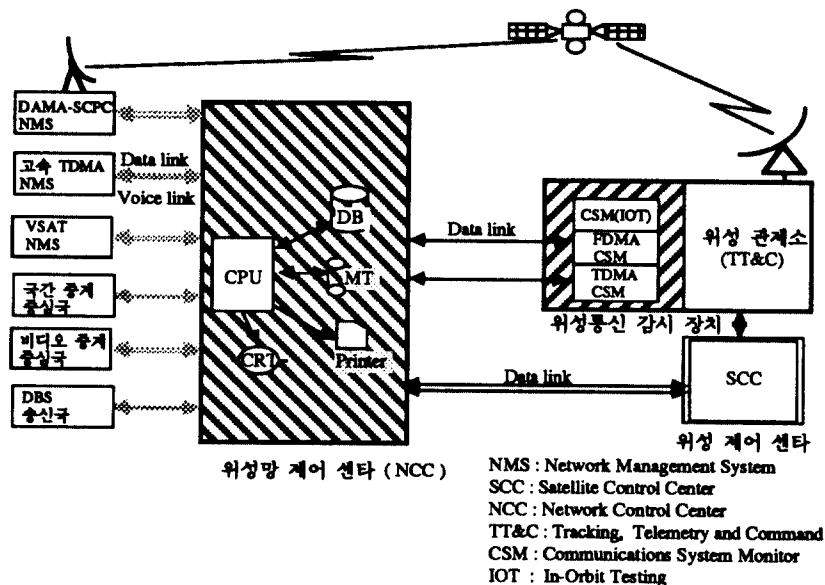


그림 6. 위성통신망 감시제어 시스템의 연결구성도

◦통신시스템 감시(CSM)

통신시스템 감시는 측정장비를 소프트웨어로 제어하여 측정 배치를 설정하고, 측정 데이터량을 축소하고 평균화하여 결과를 추출하는 종합적인 기술을 필요로 한다. 측정과 보정, 유지보수는 NCC의 제어하에서 중앙집중적으로 수행되거나 미리 정해진 주기마다 자동적으로 수행되기도 하는데, 파라미터의 규격이 벗어나면 경보를 울려 필요한 조치가 취해질 수 있도록 하는 기술도 요구된다. CSM의 주 기능은 여러가지의 통신신호의 파라미터들을 측정하며 트래픽에 대한 자료도 수집하고, 비정상상태를 조사하며, 성능의 시간적변화를 분석하여 통신시스템의 RF 성능과 기능을 감시하는 것이다. 그리고 중계기의 성능을 측정하고 지구국의 시험을 지원하며 TV 신호의 수신상태를 감시하는 기능도 수행한다. CSM은 SCPC 캐리어나 TV 캐리어, 그리고 FDM/FM 캐리어에 대한 측정을 수행하는 것이 일반적이는데, 이들에 대한 주파수영역에서의 스펙트럼 분석이 이루어 지고 있다. 최근에는 TDMA 신호에 대해서도 디지털 오실로스코프를 이용하여 시간영역에서 분석을 할 수 있게 되었다. 처리 소프트웨어로는 데이터 처리, SCC/NCC와의 인터페이스, 시험순서 및 측정제어, MMI 소프트웨어가 소요된다.

◦궤도내 시험(IOT)

위성이 업무를 시작하기 전에 중계기및 원격측정/원격명령의 기능과 성능을 시험하기 위해서는 측정기술, 보정기술, 그리고 파라미터 계산기술이 필요하다. 시험을하기 위해서 먼저 보정을 수행하여 측정장비를 배치하고 측정항목별로 측정한다. 필요시 반송파를 위성으로 출력하는데, 측정항목은 주로 EIRP, C/No, 주파수 등이고 대부분의 제어는 컴퓨터에 의하여 소프트웨어적으로 수행되며, 측정후 보정을 다시 하여 파라미터 및 시험결과를 계산한다. 중계기에 대해서는 EIRP, SFD, 진폭 전달특성, 주파수응답, 군지연, 주파수변환, G/T 이득대 잡음온도 비, OOB(Out-Of-Band) 송수신 응답, 중계기이득, 교차편파 분리도, 그리고 안테나 패턴등이 측정된다. 원격측정/명령 신호에 대해서는 EIRP, 주파수, 변조지수, 그리고 안테나 패턴이 측정된다. 한편 일상적으로 수행되는 중계기 감시항목은 이득, 주파수변환, 잡음등이다.

◦위성망 제어센터(NCC)

위성망 제어센터는 위성통신망을 제어하는 컴퓨터 시스템으로서 그 구성적인 면에서는 위성제어센터와 성격이 비슷하다. 따라서 기본적으로 시스템 구성기술이 필요한 분야이며 각종 시스템 배치와 파라미터 제어, 규격의 검증 및 성능의 평가, 그리고 각 지구국의 통신 트래픽 제어등을 수행하기 위하여 많은 데이터베이스를 가지므로 데이터베이스 관리기술이 필수적이다. 더구나 CSM/IOT로부터 입력되는 많은 측정데이터를 처리하여 망전체의 성능평가와 제어를 수행하기 위해서는 데이터처리 소프트웨어와 망제어 소프트웨어가 요구된다. 또한 시스템 데이터에 대해 여러 층의 사용자가 접근하므로 보호기능에 대한 소프트웨어도 필요하고 허가된 사용자들에 대한 기능별 (그래픽)인터페이스 소프트웨어도 요구된다. 한편 CSM/IOT와의 데이터 교환을 위한 컴퓨터간의 통신, 입력된 데이터의 디스플레이 및 출력, 차후 성능변화 분석을 위한 장기간 저장, 측정장비 등에 대한 주기적인 진단기능들을 위한 소프트웨어도 필요하다.

이 시스템에서는 SCC만큼 실시간처리기능이 요구되지 않으나 SCC와의 동일한 데이터구조 사용과 통신, 그리고 소프트웨어의 공용등의 이유로 SCC처럼 OS로는 VMS가 많이 사용되고 있고 컴퓨터도 거의 VAX 계열이 사용되고 있다. 그러나 최근에 개발되는 시스템에서는 NCC를 UNIX로 구현하고 통신은 TCP/IP로 수행하려는 시도가 증가하고 있다. 또한 망제어의 개념도 위성관제처럼 일정한 규칙에 의해 자동화될 수 있는 성격의 기능이 많아 인공지능을 이용한 전문가시스템 등 자동 감시판단 시스템으로의 진화연구 노력이 활발하게 일고 있다.

3. 지구국 기술

3.1 지구국 시스템 구성

위성통신을 위한 지구국은 사용목적에 따라 고정 위성 업무용 지구국, 해상이동 업무용 해안 지구국 및 선박 지구국 등으로 나눌 수 있다. 또한 지구국은 계공서비스의 종류 및 통신방식에 따라 여러가지로 분류될 수 있으며, 사용되는 주파수대는 통신용량의 비약성장으로 종래의 6/4 GHz대 사용에서 14/12 GHz대, 30/20 GHz대로 점점 높아지고 있다.

지구국의 규모는 일반적으로 안테나 크기로 말하며, INTELSAT에서는 지구국이 안테나 크기 및 사용

주파수에 따라 A,B,C,D,E,F 6종류로 구분되어 있으며, E-1 지구국인 경우는 14 / 12 GHz대 주파수를 사용하고 있으며 안테나 직경이 3.5m 정도로 소형화되고 있다.

그러나 통신위성체가 대형화되고 저잡음증폭 기술의 발전으로 안테나 직경이 1m정도인 VSAT(Very Small Aperture Terminal)이 사용되고 있으며, 또한 직경이 30cm 정도인 안테나로도 위성으로 부터 직접방송 신호를 수신할 수 있는 기술로 발전되고 있다. 앞으로는 통신위성체 기술과 더불어 위성통신을 이용한 휴대용 전화기가 등장할 것이다.

지구국의 장치는 대개 통신시스템, 지상전송시스템, 전원시스템과 통제센터로 구성되며, 통신시스템은 안테나계, 고출력 송신계, 저잡음 수신계, 송수신 변환계, 지상 반송계 및 통신 제어계로 구분되며 전형적인 지구국의 구성도를 (그림 7)에 나타내었다.

지구국의 안테나는 위성으로 부터 미약한 전파신호를 수신하고, 위성을 향해 고전력 송신신호를 방사하므로 고효율, 고이득 특성이 요구된다. 안테나 형태는 일반적으로 오프셋 카세그레인 안테나 및 고레고리안 안테나가 주로 지구국용으로 사용되고 있다. 지구국 안테나의 Side-lobe특성은 레도간격 및 간섭문제에 밀접한 관계가 있어, Side-lobe특성에 관한 규정은 CCIR 권고 580-1에 기술되어 있다.

고출력 증폭기는 대개 진행파관(TWT : Travelling

Wave Tube) 또는 클라이스트론(Klystron)이 사용되어 왔으나, 반도체 기술의 발전과 지구국의 소형화로 14 GHz 대역에서 10 Watt정도의 출력을 낼수 있는 SSPA(Solid State Power Amplifier)가 개발되어 사용되고 있다.

저잡음 증폭기로는 종래에는 He 가스 등으로 극저온에서 동작되는 Parametric 증폭기가 사용되었으나, 최근에는 잡음지수 1dB이하의 특성을 갖는 HEMT 증폭기가 개발되어 사용되고 있다.

송수신 변환계는 RF 신호를 L-Band 주파수대로 주파수 하향변환하거나 상향변환하는 기능을 수행하며 주파수 발진 기술과 혼합 기술에 의해 신호의 특성이 좌우된다.

통신채널 장비는 신호를 변복조하고 신호를 부호화 및 복호화하는 기능을 가지며, 최근에는 통신용량을 증대시키기 위하여 DSI(Digital Speech Interpolation)기능을 포함하고 있다. 또한 전송방식에 따라 FM, TDMA, SCPC 등의 여러가지 장비로 구분된다.

3.2 지구국 요소기술

위성통신을 위한 지구국 구성시 고려되어야 할 사항으로는 고신뢰성, 장치의 소형·경제성 및 수요 증가에 따른 즉시 대응성 등이 요구된다. 이를 위한 주요 기술로는 지구국 분야에서 부호와 기술 및 변복조 기술, 전송분야에서 다원 접속 기술 등을 들 수 있다.

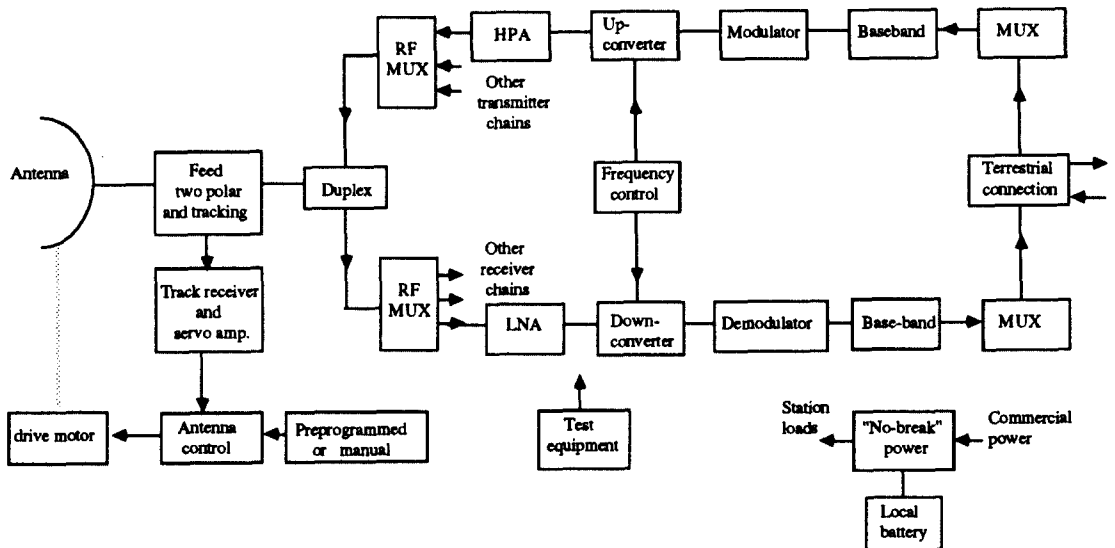


그림 7. 전형적인 지구국 시스템 구성도

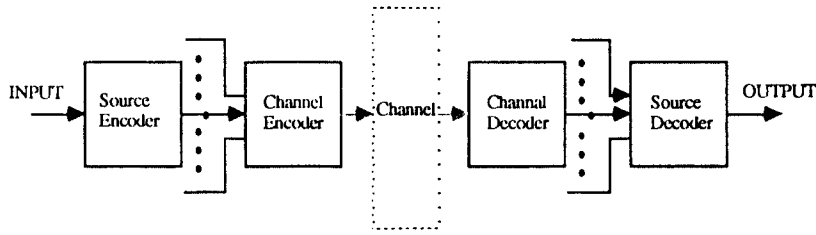


그림 8. 통신채널상의 부호기 연결도

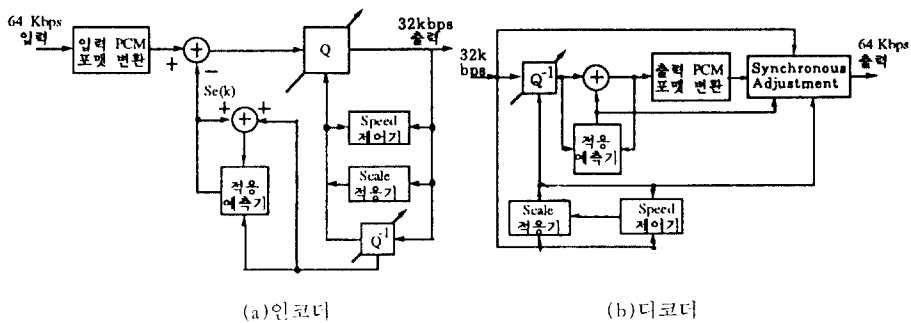


그림 9. ADPCM의 음성부호화 방식

(1) 부호화 기술

부호화 기술에서는 다음 (그림 8)과 같이 음성 및 비디오 신호를 위한 원시 부호화(Source coding)와 전송 채널상에서 발생하는 오류를 정정하여 성능개선을 기하는 오류정정 부호화(Channel coding)로 구분하여 기술한다.

위성통신의 기술 경향도 종래에 주종을 이루던 아날로그 통신방식으로 부터 신뢰도가 높고 기밀유지가 용이한 디지털 방식으로 대부분 전환되어 가고 있는 추세이다.

디지털 음성부호화 방식은 크게 파형부호화기(Waveform coder)와 파원부호화기(Parametric coder, Vocoder)로 구분된다. 위성통신에서는 채널대역폭이 넓고, 이용 가능한 대역폭을 다중화하여 사용하는 경우가 많기 때문에 이의 특징을 이용하여 음질이 좋은 PCM(64Kbps급) 방식 또는 ADPCM(Adaptive Differential PCM : 32Kbps급)의 파형 부호화기가 대부분 사용되고 있다.

현재 CCITT에 의하여 표준음성 부호화방식으로 채택되어 있는 32Kbps ADPCM의 구성도는 (그림 9)과 같으며 이는 기존 64Kbps PCM 채널보다 2배 정도

의 높은 이용효율을 보이고 있다.

최근에는 채널이용 효율을 더욱 높이기 위하여 APC(Adaptive Predictive Coding)방식 등 32Kbps급 이하의 협대역 고성능/고효율 음성부호화 방식이 개발되어 사용되고 있는 것으로 보아 이에 대한 연구도 꾸준히 수행된 것이다. 이들 협대역 음성부호화 방식에 대한 전송속도별 분류를 살펴보면 <표 3>과 같다.

한편 통신 채널상에 전송용량을 높이기 위해 주로 사용하는 방법은 대역제한 채널의 경우 변/복조 방식을 사용하고 전력제한 채널의 경우에는 부호화 방식을 사용한다. 부호화 방식은 정보신호에 Redundant 비트를 삽입함으로써 대역폭이 증가하지만, 이를 이용하여 오류를 정정하므로 동일오율을 고려할 경우에는 소요전력을 줄일 수 있다. 그러므로 소요전력과 소요대역폭을 고려하여 적당한 변/복조 방식과 부호화 방식을 선택해야 한다. 전송로상의 오류를 보상하는 방식에는 재전송에 의한 ARQ(Automatic Repeat Request)방식과 일방 전송에 의해 오류를 검출 정정하는 FEC(Forward Error Correction)방식이 있다.

FEC방식은 전송에 앞서 오류를 검출하고 정정할 수 있는 Redundant 비트를 첨가시켜 전송하는 방식인

<표 3> 전송속도별 음성부호화 방식

전송속도 (Kbps)	구분	음질	목적	부호화 방식
64	Wide Band coding	Toll quality	상용 통신	PCM APCM ADM ADPCM
32	Medium-band coding			SBC APC ATC
16	Narrow-band coding	Communication quality	상용/특수 통신	REL P CELP VSELP
4.8		Synthetic quality		Vocoder LPC VQ

- (주) ADM : Adaptive Delta Modulation
 SBC : Sub Band Coding
 ATC : Adaptive Transform Coding
 RELP : Residual Excited Linear Prediction
 CELP : Code Excited Linear Prediction
 VSELP: Vector Sum Excited Linear Prediction
 LPC : Linear Prediction Coding
 VQ : Vector Quantizer

데 오류가 Dependant한 경우에는 회로 구성이 복잡하지만 전송 시간이 ARQ 방식에 비해 짧아 위성 통신에 많이 이용되고 있다. FEC Coding 방식은 크게 블록부호 방식과 길쌈부호 방식으로 분류된다.

블록부호 방식은 정보계열을 일정한 길이로 블록화하여 각 블록마다 같은 길이의 Redundant 비트를 붙여서 부호화 한다. 랜덤오류에 대하여는 우수한 성능을 가지고 있으며 특히 고속 TDMA 방식의 경우에는 전송처리 시간이 짧은 이 방식을 주로 많이 사용한다.

블록부호의 종류로는, 단일 오류정정부호인 Ha-

mming 코드, 다중 오류정정부호인 Golay, BCH, R-S 코딩방식등이 있는데, 현재 위성 시스템에 많이 쓰이는 부호방식으로 Golay, BCH 코딩방식이며, R-S 코딩방식은 연쇄부호(Concatenated coding)방식의 외부호(Outer coding)로 많이 이용되고 있다.

길쌈부호 방식은 전 블록과 현재 블록의 정보신호와의 관계를 통해 그 다음 블록의 Redundant 비트를 첨가시켜 부호화하는 것으로, 오류정정 능력이 매우 좋으며 복호 알고리즘과 밀접한 연관성이 있는 특징이 있다. 또한 복호 알고리즘이 단일 칩(Chip)으로 나와 있어 사용하기가 편리하여 현재 위성 시스템에 가

장 많이 이용되고 있으나, CODEC양 끝단에 오버헤드(Overhead) 비트가 필요하게 되므로 요구 Burst의 수가 많아지는 단점이 있다.

부호화 방식의 선정시에는 전송속도, 요구되는 부호화 이득, 허용복호시간 및 전송로의 특성 등을 복합적으로 고려하여야 하는데, 최근에는 반도체 기술의 급격한 발전으로 상기 언급한 고려사항들이 극복되고 있으며 기술의 극대화가 추구하고 있다. 대표적인 부호화 방식의 오류 특성을 살펴보면 (그림 10)과 같으며 약 2~6 dB의 이득을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

(2) 변/복조 방식

위성 통신에 있어 중요한 재원은 전송전력과 채널 대역폭이며, 시스템 설계시 이들의 효율적인 사용이 중요하다. 통신채널은 대역제한(Band-limited) 채널과 전력제한(Power-limited) 채널로 분류되는데, 전송용량을 높이기 위해서 대역제한 채널에서는 변조방식을 주로 사용하며, 전력제한 채널에서는 주로 부호방식을 사용한다.

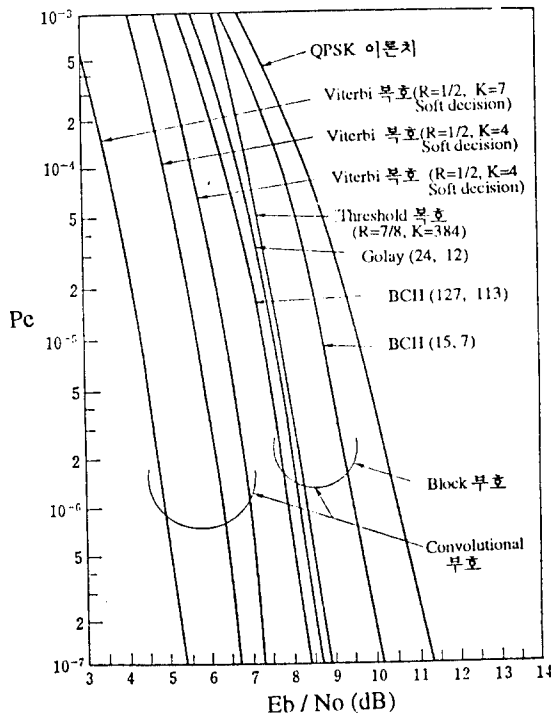


그림 10. 부호화 방식에 따른 QPSK 신호의 오류 특성

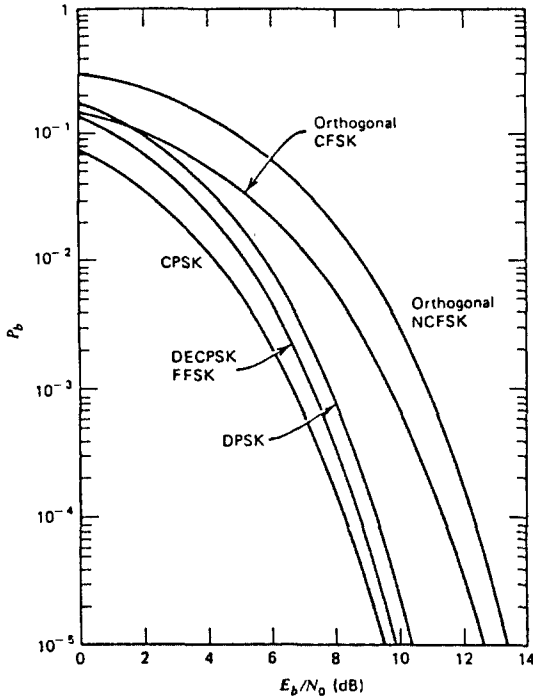
변조방식의 주목적은 대역 이용효율을 극대화시키는 것으로 주어진 평균 비트 오류에 대하여는 최소의 신호전력이 요구된다. 위성통신 시스템에서 주로 사용되는 변조방식은 아날로그인 경우 FM 및 CFM (Companded FM) 방식이며, 디지털인 경우는 PSK인데 주로 QPSK를 많이 사용한다.

BPSK방식은 반송파의 복원이 QPSK보다 상대적으로 빠르고 구조가 간단하며, ISI(Inter-Symbol Interference)면에서는 QPSK보다 적어 좋은 품질을 낼 수 있다는 장점이 있으나, QPSK보다 Main-lobe 스펙트럼 밀도가 넓고 Side-lobe 스펙트럼 밀도가 높기 때문에 채널대역이 2배 더 소요된다. 그러므로 BPSK방식은 전송용량이 적고, 지구국수가 많은 경우(예를 들면, VSAT이나 Thin-route 트래픽)에 적합하다.

복조는 Coherent PSK 복조와 Noncoherent PSK 복조로 대별되며 여러가지 복조 방식별 성능비교는 (그림 11)에 나타내었다. Coherent PSK 복조방식은 Noncoherent PSK 복조방식과 비교하여 보면 동일 요구신력에 대해 비트 오류가 낮고, 수신 파형으로부터 정확한 기준위상 및 클럭을 복구해야 하므로 복잡한 시스템이 요구되며, 이 때 위상 불명료(Phase ambiguity)에 의한 김출에러가 생긴다. 이의 해결 방법으로 차동부호화(Differential encoding)방법과 TDMA 방식의 UW(Undue word)에 포함되는 부호어(Code word)를 사용하는 방법이 있다. 다음으로 Noncoherent PSK 복조방식은 반송파 복구회로가 필요하지 않으며, Coherent PSK 복조방식에 비해 처리속도가 빠른 반면에 동일한 비트 오류에 대한 요구 Eb/No가 크다는 단점이 있다. TDMA의 경우 시스템 효율상 신호에 대한 빠른 인식시간(Fast acquisition time)이 요구되므로 Coherent방식 보다 유리하다.

(3) 다원 접속 방식

여러 개의 지구국에 하나의 통신 위성을 거쳐 동시에 필요한 통신로를 설정하는 것을 다원접속(Multiple Access)이라 한다. 다원접속방식에는 회선 할당면에서 고정할당(Pre-assignment), 접속요구 할당(Demand-assignment), 임의 접속방식 등이 있다. 그리고 이는 주파수와 시간축면에서 주파수분할 다원접속(FDMA : Frequency Division Multiple Access), 시분할 다원접속(TDMA : Time Division Multiple Access) 및 부호분할 다원접속(CDMA : Code Division Multiple Access)으로 분류된다.



- (주) CFSK : Coherent Frequency Shift Keying
- NCFSK : Noncoherent Frequency Shift Keying
- CPSK : Coherent Phase Shift Keying
- DECPSK : Differential Encoded Coherent Phase Shift Keying
- DPSK : Differential Phase Shift Keying

그림 11. 복조방식별 오류특성

TDMA 방식은 각 지구국이 동일반송파를 시간단위로 분리하여 사용하는 방식으로서, 각 지구국은 주어진 시간구간(Time slot)동안 정보를 전송하여 중계기를 독자적으로 사용하게 되므로, FDMA 방식에서 나타나는 상호변조 왜곡을 배제시킬 수 있어 위성체 전력을 효율적으로 사용할 수 있으며, 할당 지구국의 증가에 관계없이 일정한 용량을 가진다. 또한 새로운 트래픽요구와 트래픽량의 변화에 맞춰 버스트(burst) 길이와 위치의 수정이 용이하고, 지상망에 DSI(Digital Speech Interpolation) 방식을 사용하여 TDMA망의 용량을 증대시킬 수 있으며, 모든 종류의 정보전송에 적합한 장점이 있다. 그러나 각 지구국은 다른 버스트간의 동기정보를 알아야 하고, 지구국 수가 증가함에 따라 프레임(Frame) 효율이 떨어지며, 지구국 장비가 FDMA보다 더 복잡하고 고가이므로 전송용량이 낮은 시스템에는 효율적이지 못하다. TDMA보다 더 복잡하고 고가이므로 전송용량이 낮은 시스템에는 효율적이지 못하다. TDMA 방식은 중계기당 반송파수에 따라 Full TDMA 방식과 Partial TDMA 방식으로 구분된다.

CDMA 방식은 각 지구국별로 특정부호를 할당해서, 먼저 변조단에 의해 1차 변조 후 각 지구국에 주어진 부호로 변조시켜 정보신호대역을 광대역으로 스펙트럼 확산하여 전송하며, 수신측에서는 수신신호들 중에서 송신국에서 사용한 동일한 부호로 복조시켜 원하는 정보신호를 얻는 기법이다. 다른 전송방식보다 전송대역폭이 증가되는 반면에, 극도로 나쁜

<표 4> 다원접속방식의 장단점

방식	장 점	단 점
FDMA	<ul style="list-style-type: none"> ○ 변/복조기의 동작속도가 낮을 경우 시스템의 성능이 양호 ○ 다중 접속이 용이함 ○ 동기가 간단함 ○ 소용량 지구국에 적합함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중계기 이용효율이 제한되어 있음 ○ 속도가 다른 디지털 신호 전송이 어려움
TDMA	<ul style="list-style-type: none"> ○ 각종 속도의 디지털신호의 전송용이 ○ 회선 용량 변경시 유연성이 있음 ○ 중계기 송신전력 및 대역의 이용 효율이 높음 ○ Multi-beam 통신 방식에서의 Beam간의 접속이 용이함(SS-TDMA) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 타국 송신신호와의 간섭을 피하기 위해 동기가 필요함 ○ 낮은 Traffic 지구국도 TDMA속도에 대응하는 송신전력이 필요함 ○ 기저대역 신호처리장치가 복잡하게 구성됨
CDMA	<ul style="list-style-type: none"> ○ 각 지구국에 채널(부호)을 이용 PAMA 또는 DAMA 운용이 가능 ○ 간섭 및 방해에 강함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 넓은 대역폭이 소요되어 주파수의 이용효율이 낮음

S/N비 상황에서도 메시지를 복원할 수 있는 장점이 있다. 즉 각 지구국에 의해 전송된 신호는 서로 다른 부호를 사용하였으므로 주파수 및 시간, 공간을 공유하더라도 심각한 왜곡없이 통신이 가능하기 때문에 열악한 전송 환경에서는 CDMA가 FDMA이나 TDMA보다 유리하다. 이러한 각 다원접속방식의 장·단점을 비교하여 보면 <표 4>와 같다.

그리고 회선할당에 따라 분류하여 보면, 사전에 위성회선을 균등하게 분할하여 각 지구국에 할당하는 PAMA(Pre-Assignment Multiple Access) 방식과 각 지구국의 요구에 따라 동적으로 회선을 할당하는 DAMA(Demand-Assignment Multiple Access) 방식이 있다. PAMA는 다시 고정적으로 회선을 할당하는 방식(Fixed pre-assignment)과 시간할당방식(Timed pre-assignment)으로 분류되며, 각 지구국의 요구 트래픽이 일정할 경우 주파수 이용효율이 높게 나타난다. DAMA방식은 구성상 약간 복잡하고 점대점(Point-to-point)간의 대용량전송에는 부적합하지만, 위성회선을 유용하게 사용할 수 있는 장점이 있다.

III. 위성통신 기술 발전추세

1. 위성통신 기술발전 방향

위성통신 방식이 최초로 도입된 1960년대초 이래 약 20년간 위성통신 기술은 비약적인 발전을 하여 현재에는 필수적인 통신수단이 되었다. 가장 눈에 띄게 달라진 것으로서 위성체의 대형화와 지구국의 소형화이다. 이에 따라 회선이용가격의 상대적인 하락으로 많은 서비스 분야에서 위성전송 방식이 타방식에 비해 가장 효율적이고 경제적인 전송방식이 되었다. 위성통신 분야에 대한 기술발전 방향을 살펴보면 다음과 같다.

○위성의 대용량화 및 광대역화

인텔세트 I호(1965년 발사)는 2개 중계기를 설정하여 전체 대역폭이 50MHz로서 음성전화급 240회선의 전송 용량에 불과하였으나 인텔세트 VI호(1989년 발사)의 경우 48개 중계기를 실장하여 전체 대역폭이 3200MHz로서 음성 전화 33,000회선과 TV 2회선을 전송할 수 있게 되었다. 이러한 대용량화는 위성 중계기의 소형경량화 기술, 발사체 기술, 지구국의 대용량 및 고속 변복조기술의 발전에 의해 이루어졌다.

○위성의 고출력화

전송용량의 대용량화와 지구국 안테나의 소형화를 위해서는 위성의 고출력화가 요구된다. 태양전지 효율증대 및 대형화, 고출력 증폭기술의 발전, 고출력 증폭기의 DC전력 대 RF전력 변환 효율증대 등을 통해 현재에는 직경 40cm 정도의 지상 안테나로 위성방송 신호를 수신할 수 있을 정도로 위성의 고출력화(채널당 100~250W)가 이루어졌다.

○위성의 장기수명화

인텔세트 I호의 경우 1.5년의 수명을 가졌으나 시스템의 예비화, 구성부품의 신뢰도 개선, 위성관제 기술의 발전을 통해 위성체 수명은 계속적인 증가가 이루어져 1960년대에는 3~5년, 1970년대에는 7년, 현재에는 10년~12년까지 도달되었으며 인텔세트 VI호의 경우 13년의 설계수명을 갖고 있다.

○고주파수대 이용

초기 위성은 위성통신 주파수로 V/UHF대 사용하고 1960년대 중반부터 6/4GHz대를 사용하여 현재에는 주파수 이용이 포화상태에 와 있다. 14/11GHz 주파수대는 1970년대부터 이용개발이 활발히 전개되어 국내 위성용 주파수로 널리 활용되고 있으며 1980년대에는 30/20GHz주파수를 사용하는 위성이 출현하고 있으며 향후 HDTV방송 및 대용량 통신을 위해서는 3500MHz의 전체 대역폭을 갖는 30/20GHz대 주파수 이용이 활발하여 질 것이나(6/4GHz 및 전체 주파수 대역폭은 500~1000MHz 임).

○이용서비스의 다양화

과거에는 국제간 및 국내 장거리간 전신, 음성전화 및 비디오 중계 서비스에 국한하여 위성통신을 행하여 왔으나 각국의 자국위성 확보가 이루어지고 위성방식의 이점을 최대한 활용할 직접 위성방송, 현장 뉴스수집, CATV중계, 기업내 통신, 도시간 고속데이터 통신, 이동통신, 도서벽지 및 재해복구 통신 등 다양한 서비스 기술 개발에 따라 이용자와 이용범위가 무한히 넓혀지고 있다.

○통신, 방송서비스의 고품질화

위성체 및 지구국 성능규격의 지속적인 향상과 부호화기술, 변복조 기술 발전으로 현재 위성 방송 서비스의 수신품질은 지상 방식보다 높은 약 48dB 이상

의 S/N비를 유지하며 데이터 통신품질도 10⁷ 이상을 제공하고 있다.

○ 지구국의 소형경량화

위성통신을 이용하기 위해서는 약 32m 직경의 안테나와 대형의 송수신 설비로 구성되는 대형 지구국이 요구되었으나 지구국 부품의 소형화, 위성의 고출력화 기술을 통해 VSAT통신 지구국의 경우 직경 90cm 안테나와 적은 송수신 장치로 구성되며 해사 위성 지구국 표준 C형의 경우 직경 20cm 안테나로 구성된다. 이러한 지구국의 소형경량화 추세는 부품의 MMIC 및 VLSI화, 안테나의 고출력화 및 변복조 및 부호화 기술발전에 따라 계속 가속화 될 것이다.

2. 위성통신분야의 차세대 기술개발

위성통신분야에 현재 실험적으로 적용되고 있거나 앞으로 기술개발이 계속 이루어져야 하는 주요 차세대 기술분야를 열거하면 다음과 같다.

- 위성탑재장치(On Board Processing) 기술
- 위성간 통신링크 기술
- 능동형 직접방사 안테나 기술
- 복합서비스용 초대형 위성기술

○ 위성 탑재 처리(On-Board Processing) 기술

위성탑재처리기능을 갖는 중계기는 기존의 수동형 중계기에 비해 위성체 내부에서 처리할 수 있는 기능을 가진 중계기로서 이는 위성탑재처리(OBP : On-Board Processing) 기술에 의해 이루어진다. 이러한 OBP 기능으로서는 복조/재변조, 채널의 동기화/동화, 간섭신호 검출 및 제거, TWTA 선형화, 우선도 Sorting 및 Routing과 메시지 분배등이 있으며, 이들 기능에 의한 장단점을 <표 5>에 나타내었다.

전술한 기능들의 일부는 실시간으로 처리되며, 일

부는 저장 메모리에 의해 비실시간으로 처리된다. 위성탑재처리의 형태로는 처리되는 주파수대역에 따라 RF Processing, Bit Stream Processor 및 Full Baseband Processor 등으로 구분된다.

○ 위성간 통신링크(ISL : Inter-Satellite Link) 기술

위성간 통신링크란 위성과 위성간의 정보전송이 우주공간에서 직접 이루어지는 전송로로서 위성통신망의 융통성을 크게 증가시키며 다음과 같은 장점을 갖고 있어 향후 위성통신망에 활발하게 사용될 것이다.

- 회선연결의 개선 : 각각 독립적인 위성망의 지구국간의 회선연결이 가능함.
- 서비스범위의 확대 : 빔 커버리지를 벗어나는 지구국도 지상중계 또는 이중 hop중계 없이 서비스범위내로 포함할 수 있으며 전세계를 단일통신권화 할 수 있음.
- 통신용량의 분배 : 위성들을 ISL로 묶음으로서 트래픽 분배가 가능하여 중계기의 통신용량을 효율적으로 사용할 수 있음.

ISL의 사용 주파수대는 22.55 -23.55GHz, 32-33GHz, 55-60GHz 등의 밀리미터파대와 파장 0.5-10.6 um의 광파대를 들 수 있다.

○ 능동형 직접방사 안테나 기술

능동형 직접방사 array로서 안테나 빔을 구성하므로써 매우 빠른 속도로 빔 커버리지를 재구성할 수 있어 융통성 있는 통신서비스가 가능하다. 위성탑재처리 기능에 이러한 안테나 기술을 더불어 사용할때 더욱 전송효율을 증대시킬 수 있다. 이러한 안테나의 구현을 위해서는 각 RF 채널별로 선형성이 좋은 Solid State형 고출력 및 저잡음 증폭기와 위상편이기 등 많은 마이크로파대 부품이 요구되어 전체무게와

<표 5> 위성탑재처리 기능에 의한 장단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> ○ 부호오율 감소(위성중계기내의 오류정정) ○ 통신링크의 전송효율 개선(Up link 및 Down link의 분리가능) ○ 전송용량 증대 ○ 간섭신호 제거 ○ 네트워크간 연결의 융통성(Dynamic한 네트워크 재구성 능력) ○ Sorting Routing Message 분배 가능 ○ 오류검출 및 재전송을 위한 시간 감소 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성체 무게 증가 ○ 위성 전력 소비 증가 ○ 시스템 복잡성에 따른 가격 상승 및 신뢰도 저하

제작비용이 기존 안테나의 경우에 비교하여 크게 증가된다. 그러나 RF 기술 발전에 의한 이들 부품의 MMIC화에 따라 1990년대 후반에 실용화가 예상된다.

◦복합서비스용 초대형 위성기술

복합서비스용 초대형 위성은 육상과 해상 및 항공 이동통신업무, 고정통신업무, 고풍력방송업무, 저중궤도 위성들간의 통신중계업무, 항법 / 항행업무등 여러 서비스를 대형의 위성체를 통해 제공하는 것으로서 Ka 대역전송기술, 광무선 통신기술, 다중빔안테나 기술, 위성탑재처리기술도 사용된다. 이러한 위성들의 전단계로서 선진 각국은 많은 실험 위성을 개발하고 있으며 2000년대 초반에 실용화가 될 전망이다.

IV. 결 론

통신위성은 통신중계를 위한 통신시스템과 공용버스(Bus)시스템으로 이루어져 있다. 통신시스템은 서비스를 위해 필요로 되는 중계기 및 관제소, 그리고 서비스를 실행하는 지구국으로 구분되며, 이들에 대한 요소기술을 살펴보았다.

최근 위성통신의 활용분야로서는 단독 위성망이외에도, 근래 전기통신망의 일원화로 추진되고 있는 ISDN 구축에 위성통신은 주요 전송매체의 하나로서 중요한 역할을 수행하고 있다. 또한 위성통신 기술 추세에서도 언급하였지만, 지속적인 위성체 기능의 다양화(접속, 교환성등), 시스템 성능개선, 수명의 장기화 및 경량 소형 지구국의 개발로 인하여 이의 실현이 가능하게 되었다.

우리나라는 한국통신에서 '92년중에 INTELSAT 위성을 임차하여 국내위성통신 서비스를 개시할 것이며, '95년 4월에는 무궁화호 위성을 발사하여 국내 위성통신 서비스 시대를 본격적으로 맞이하게 될 것이다. 위성의 운용 및 서비스에만 만족할 것이 아니라 궁극적으로 차세대 위성시스템을 국내 자체 기술에 의해 설계·제작할 수 있는 능력을 축척할 수 있도록 보다 장기적인 안목에서 이 분야의 기술개발에 많은 투자가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 박세경 외, "무궁화 위성통신망의 전송방식(안)," ETRI 위성통신 기술본부 기술문서, 1991년 1월.
2. S. J. Campanella, J. V. Evans, T. Muratani, and P. Bartholome, "Satellite Communications Systems and Technology, Circa 2000," Proc. of the IEEE, July 1990.
3. '特輯 衛星通信', 日本 電子情報通信學會誌, 1989년 11월.
4. J. Wilson, "Satellite Communications," Telecomm. Journal, Vol.35, No.2, 1985.
5. W. L. Pritchard, "Satellite Communication-An Overview of the Problems and Programs," Proc. of the IEEE, Vol, 65, No.3, Mar.1977.
6. 中田和男 著, 音聲의 高能率符號化, 森北出版株式會社, 1986年
7. J. J. Pocha, "An Introduction to Mission Design For Geostationary Satellites," Space Technology Library, D. Reidel Publishing Company, Holland, 1987.
8. W. L. Morgan and G. D. Gordon, "Communications Satellite Handbook," John Wiley & Sons, New York, 1989.
9. 박재우, 이호진, "위성의 궤도에 대한 결정및 예측 방법," 주간기술동향, 한국전자통신연구소, 1991년 8월
10. 이호진, "위성제어시스템의 개발동향," 주간기술동향, 한국전자통신연구소, 1991년 11월
11. S. Saito and K. Miyauchi, "State of the Art Technology and Trends of Satellite Communications Systems," 日本 電子情報通信學會 論文誌, Vol.69, No.11, 1986년 11월
12. C. E. Mahle, "Satellite Scenarios & Technology for the 1990's," IEEE Journal on Selected Areas in Comm., Vol. SAC-5, No.4, May 1987
13. B. I. Edelson, R. R. Lovell, and L. Cuccia, "The Evolution of the Geostationary Platform Concept," IEEE Journal on Selected Areas in Comm., Vol. SAC-5, No.4, May 1987

김 재 명

- 1974년 한양대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1981년 미국 남가주대학교 전기공학과 졸업(석사)
- 1987년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)
- 1974년-1979년 KIST, KTRI 근무
- 1982년-현재 한국전자통신연구소(ETRI)
위성통신시스템연구부 연구위원

이 호 진

- 1981년 서울대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1983년 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
- 1990년 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)
- 1983년-현재 한국전자통신연구소
위성통신시스템연구부 관제기술연구
실 선임연구원

박 광 량

- 1980년 한양대학교 전자통신공학과 졸업(학사)
- 1982년 서강대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
- 1982년-1983년 ADD근무
- 1983년-현재 한국전자통신연구소
위성통신시스템연구부 탑재장치연구
실 선임연구원