기술논단

무궁화위성 통신서비스 시스템 모형

최 주 달/한국통신 영업운용국장

차례

Ⅰ. 서 언
Ⅱ. 무궁화위성의 기술특성
Ⅲ. 지구국 시스템 모형
Ⅳ. 맺음말

Ⅰ. 서 언

1964년 미국의 Syncom 3호가 본격적인 위성통신서비스를 개시한 이래 위성통신 분야는 항공우주기술 발전과 더불어 눈부신 발전을 거듭하여 왔다.

위성통신서비스 개시 초기에는 위성체가 소형의 저출력임에 따라 지상의 지구국 시스템은 직경이 30미터 정도의 대형안테나, 수십Kw의 고출력증폭기(HPA : High Power Amplifier), 특수한 냉각기능을 구비한 고감도 저잡음수신기(LNA : Low Noise Amplifier)등이 요구되어 주로 아날로그방식의 국제 통신망으로 이용되었으나, 그동안 위성체 제작기술의 발달과 발사체 운반능력의 향상등으로 고출력 대용량 통신위성이 개발되어 소형지구국을 통한 다양한 최첨단의 국내 위성통신서비스가 가능하게 되었다. 이와 함께 한국통신에서는 21세기 범세계적인 우주개발 경쟁에 적극 대처하고 국민의 다양한 통신서비스 욕구에 부응할 수 있는 첨단 뉴미디어서비스 제공과 국내 관련산업의 육성을 도모코자 '89년말에 착수한 무궁화위성사업은 '95년 8월 5일 무궁화1호 위성발사에 이어 '96년 1월 14일에 무궁화2호 위성이 발사되어 본격적인 국내위성통신서비스를 제공중에 있다. 본고에서는 무궁화위성의 기술특성을 고찰하고 이를 이용하여 제공중인 국내위성 통신서비스의 지구국시스템 모형에 대하여 기술코자 한다.

Ⅱ. 무궁화위성의 기술특성

1. 통신용 중계기 구성

무궁화위성의 통신용 중계기는 위성당 12개 채널이 있다. 1호위성과 2호위성이 동일한 주파수를 사용하고 있으며 할당된 주파수를 재사용하기 위하여 각 채널의 중심주파수가 20MHz씩 엇갈려 있고 주파수 편파는 선형편파로서 각각 수직/

수평 편파방법을 채택하고 있어 1호, 2호위성을 합하여 모두 24개 채널의 서비스가 가능하다.

통신용 중계기로 제공가능한 서비스는 다음과 같다.

- 아날로그 FM 전송
  - 다중 오디오 서브 캐리어를 갖는 싱글 캐리어 FM-NTSC 칼라TV, HDTV
- 디지틀 전송
  - 최대 60Mbps 속도의 PCM-TDM-QPSK-TDMA를 사용한 싱글 캐리어 중계
  - 최대 60Kbps 속도의 SCPC-QPSK-FDMA를 사용한 원거리 통신
  - 10~25Mbps 데이타 속도를 갖는 FDMA-TDMA-QPSK 등의 광대역 다중 캐리어 TDMA
  - 그물형 및 스타형 네트웍을 갖는 VSAT

통신용 중계기는 안테나를 거쳐 수평편파(2호위성의 경우 수직편파)의 상향링크 신호를 받으며, 500MHz의 수신대역폭을 통과시키고 불필요한 신호를 제거하는 필터가 포함되어 있다. 수신/하환기(Receiver Downconverter)는 저잡음증폭을 하며, 국부발진기가 있어 14GHz대역의 상향신호를 1748MHz만큼 하향 변환시켜 12GHz 대역의 신호로 전환된 후 입력 디멀티플랙서에 전달된다. 주파수 하향변환기의 출력은 수동하이브리드 스플리터를 거쳐 두개의 6개 채널 입력 디멀티플랙서로 분리되어 각각 입력된다. 디멀티플랙서의 필터는 12개의 채널로 구성되며, 각 채널은 입력 스위치 어셈블리를 거쳐 분리된 증폭 체인에 연결된다.

입력과 출력 스위치 어셈블리는 선형화기(Linearizer)를 사용한 10개의 체인과 ALC(Automatic Level Control) 루프를 사용한 6개의 체인으로 구성되어 있다. 실제 필요한 채널 12개중 8개는 선형화기 채널로, 4개는 ALC채널로 사용되며 각각 10 : 8의 예비 채널 및 6 : 4의 예비 채널을 가진다.

16개의 증폭 체인중에서 10개의 체인은 채널 증폭기, 선형화기, TWTA로 구성되며, 이 중에서 디지털 신호의 송신을 위해 8개의 채널이 동작된다. 이 채널 증폭기는 입력신호 레벨의 보상과 TWTA를 구동시키기 위해 최대 32dB의 전력을 공급하며, 이 전력을 0.5dB 간격으로 조정할 수 있다. 선형화기는 필요한 C/I를 유지하기 위해 출력 전력을 증가시키고 위상(Phase)의 선형성을 제공한다. FM-TV 전송이나 선형화기 작동불능시에는 동축 바이패스 스위치(Coaxial Bypass Switch)에 명령을 내려 채널의 선형화기를 거치지 않고 TWTA를 포화영역에서 작동시킬 수 있다. 통신용 중계기의 입출력 리던던시 스위치 네트웍은 증폭기의 작동 불능시 가장 효율적으로 통신용 중계기의 기능을 회복할 수 있도록 설계되었으며, 위성의 발사 및 천이궤도 비행시 여분의 TWTA를 사용하여 두개의 텔레메트리 비이콘을 사용할 수 있도록 설계되었다. 12개의 36MHz 작동채널은 출력스위치 어셈블리, 분리기(Isolator), 멀티플렉서, 연결 웨이브 가이드로 구성되며 최종적으로 출력 멀티플렉서 네트웍에서 신호는 다시 합쳐져 전송된다.

2. 편파 특성 및 주파수 배치

통신서비스시스팀의 주파수 편파 설계사양은 다음과 같다.

- 커맨드 상향 : 수직 및 수평 선형편파
- 텔레메트리 하향 : 수직 및 수평 선형편파
- 14GHz 상향 : 수직(2호위성), 수평(1호위성) 선형편파 FSS
- 12GHz 하향 : 수직(1호위성), 수평(2호위성) 선형편파 FSS

통신용(FSS) 신호전송은 선형편파이다. 무궁화1호 및 2호위성 편파는 상기한 바와 같이 각각 수직 및 수평편파를 이용하고 있다, 예를 들어 수평 편파신호는 위성의 pitch 축(동-서 방향)에 수직평면으로 향하는 전계 벡터를 말하며, 수직편파 신호는 위성의 roll 축(남-북 방향)에 수직평

면으로 향하는 전계 벡터를 갖는다.

통신용중계기의 주파수 및 편파계획은 아래의 표 1과 같다. 14GHz 수신밴드에서 12GHz 송신 밴드로의 주파수 천이는 1748MHz이다. 이 주파수는 제7차 상호변조 Spurious신호를 수신밴드 끝부분에서 멀리 떨어지게 하기 위하여 정해졌다.

3. 주요성능

3.1 RF 채널 이득 및 SFD

정지궤도내에 있는 탑재체의 이득조정은 텔레커맨드로 각각의 채널증폭기의 이득을 조정함으로써 수행된다. 12개의 채널중 4개는 ALC loop를 포함하고 있으며, FGM(Fixed Gain Mode)에서는 32dB까지의 이득을 PIN diode 감쇄기로 조정가능하며 ALC Mode에서의 dynamic range는 16dB이다. ALC가 작동할 때는 상향신호의 감쇄효과를 자동적으로 보상해 주는 역할을 하며 일정한 출력의 EIRP를 유지한다. FGM에서는 상기한 바와 같이 PIN 감쇄기를 0.5dB 간격으로 조정하여 32dB 범위의 이득조정이 가능하며, 이것은 −80 ~−100 dBW/m^2 범위의 SFD에 해당된다. 또한 ALC Mode에서도 마찬가지로 0.5dB 간격으로 TWTA의 구동레벨을 16dB까지 조정할 수 있으며, 이것은 −88~−103 dBW/m^2 범위의 SFD (Saturation Flux Density)에 해당되며 TWTA를 포화점에서부터 10dB input backoff까지 구동시킬 수 있다.

3.2 AM to PM

1) AM to PM Conversion Coefficient

AM/PM conversion 성능은 주로 TWTA에 의해 좌우된다. 무궁화위성에서는 2KHz를 넘는 변조주파수에 대하여 5 degree/dB로 규격이 되어 있으며, TWTA는 3.5degree로 설계되어 있다.

표 1.

Channel Designation		1호위성 주파수(GHz)		2호위성 주파수(GHz)	
1호위성	2호위성	수신(H)	송신(V)	수신(V)	송신(H)
1	2	14.018	12.270	14.038	12.290
3	4	14.058	12.310	14.078	12.330
5	6	14.098	12.350	14.118	12.370
7	8	14.138	12.390	14.158	12.410
9	10	14.178	12.430	14.198	12.450
11	12	14.218	12.470	14.238	12.490
13	14	14.258	12.510	14.278	12.530
15	16	14.298	12.550	14.318	12.570
17	18	14.338	12.590	14.358	12.610
19	20	14.378	12.630	14.398	12.650
21	22	14.418	12.670	14.438	12.690
23	24	14.458	12.710	14.478	12.730
		LO = 1748.00MHz		LO = 1748.00MHz	
Command Frequency(GHz)				14.0010 V Comm 14.4950 H Omni	
Beacon Frequency(GHz)		12.2505 H Omni 12.2515 H Comm		12.7485 V Omni 12.7495 V Comm	

2) AM to PM Transfer Coefficient

한 채널내에서 동일한 레벨의 두개의 캐리어 신호가 증폭될 때, 한 캐리어에서 다른 캐리어로의 AM to PM transfer coefficient는 다음과 같이 input backoff의 함수 값으로 주어진다.

Total Input Backoff from saturation(dB)	AM to PM Transfer Without Linearizer Coefficient(degrees per dB)	With Linearizer
0	7.5	4.8
10	4.7	2.8
14이상	2.9	1.8

3.3 Amplitude Linearity

선형화기(Linearizer)가 없는 채널은 FGM에서 전체적인 선형성은 TWTA에 좌우된다. 다른 부품들은 3dB~17dB back-off level에서 0.1dB정도 밖에 영향을 미치지 않는다. 선형화기가 있는 채널은 input back-off가 3~17dB 범위에 걸쳐서 0~9dB 사이의 선형성이 추가된다.

3.4 Cross-Polarization Isolation(편파 분리도)

1호위성과 2호위성은 각각 편파를 달리하고 있기 때문에 동일한 주파수를 재사용하는 경우 편파분리도는 중요하다. 즉 수직편파를 수신하는 경우 분리도가 무한대가 아니므로 수평편파도 수신되며 성능은 약 30dB 정도이다.

3.5 포화전력밀도 및 신호 레벨(SFD & Signal Level)

채널증폭기가 고정이득모드이며 'nominal' gain setting (최소 이득에서 10dB 위)에 있을 때, SFD는 수신안테나 이득이 최소인 coverage 영역으로부터 $-90dBW/m^2$이다.

Ⅲ. 지구국 시스템 모형

1. 위성전용망서비스

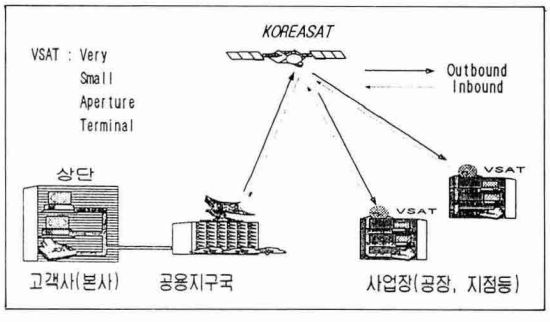
1.1 저속회선

전국각지의 사업장 옥상이나 벽면에 VSAT을 설치하여 각기업별로 전용 위성망을 구성 이용할 수 있는 서비스로 1 : N 형태로 망구성 이용시 효율적임.

• 규격별 이용분야

전송특성	이용분야
제1규격(2400bps) 제2규격(4800bps) 제3규격(9600bps) 제4규격(64Kbps/음성급)	• 컴퓨터 화일전송, 전자우편, 전자게시판 POS, 수표조회, 신용카드조회 • 온라인서비스, 원격감지, 원격제어 • DB이용, Medical-X-Ray

• 망 구성도



• 서비스제공구역

– 공용지구국(HUB) : 서울지역(타지역은 시외전용회선으로 연장 구성)

– 고객용지구국(VSAT) : 전국

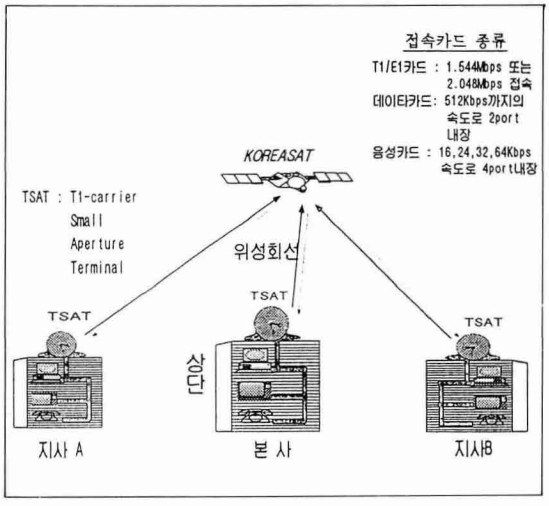
1.2 고속회선

고객사의 사업장에 고속 전용통신용 위성지구국인 TSAT을 설치하여 지상망을 접속하지 않고 데이타, 음성, 영상 등의 종합통신망을 구성하여 이용.

• 규격별 이용분야

전송특성	이용분야
제1규격(64Kbps) 제2규격(128Kbps) 제3규격(192Kbps) 제4규격(256Kbps) 제5규격(384Kbps) 제6규격(512Kbps) 제7규격(1.544Mbps) 제8규격(2.048Mbps)	• 화상회의, 전자우편, 원격진료망 • 고속데이터파일 전송 • 전화, 고속FAX전송 등 • TSAT(T1 CXR Small Aperture Terminal)사용

• 망 구성도



• 서비스제공구역

– 고객용지구국(TSAT) : 전국

2. 위성비디오서비스

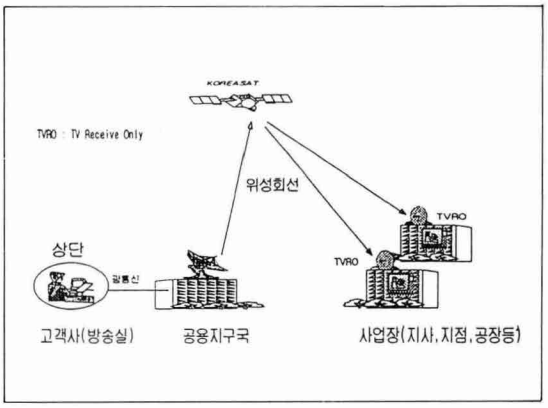
2.1 고정 비디오

전국 각지의 사업장에 수신전용지구국인 TVRO를 설치하여 영상과 음성을 동시에 일방향으로 전송하는 서비스로 1 : N 형태로 망 구성시 효율적임.

• 규격별 이용분야

전송특성	이용분야
제1규격(5Mbps미만) 제2규격(7Mbps미만) 제3규격(9Mbps미만) 제4규격(12Mbps미만) 특수규격(정지화상급)	• 사내방송, TV강의, TV경매 • 전광판 TV신호 분배 • 케이블 TV 프로그램 분배 • 방송국간 프로그램 중계

• 망 구성도



• 서비스제공구역

– 공용지구국 : 서울, 부산, 대구, 광주, 대전(타 지역은 시외전용회선으로 연장)

– 고객용지구국(TVRO) : 전국

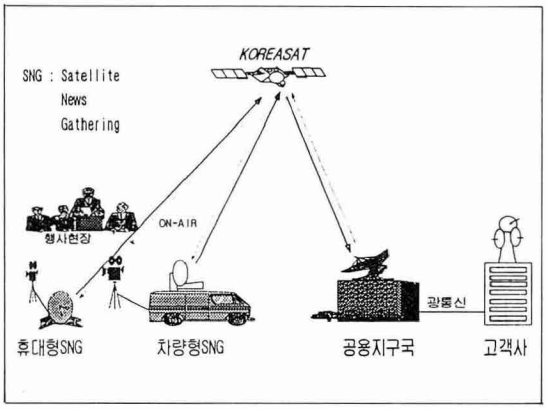
2.2 위성이동중계(SNG)서비스

위성이동장비인 SNG 장비를 이용하여 산간, 도서벽지 등 국내 어디에서나 현장에서 직접 영상 및 음성신호를 송수신

• 규격별 이용분야

전송특성	이용분야
7Mbps이상~12Mbps미만	긴급뉴스 취재, 현장중계, 스포츠 중계, 산간벽지의 TV신호 전송

• 망 구성도



• 서비스제공구역

– 공용지구국(HUB) : 서울(타지역은 시외전용회선으로 연장구성)

– 위성이동장비(SNG) : 전국

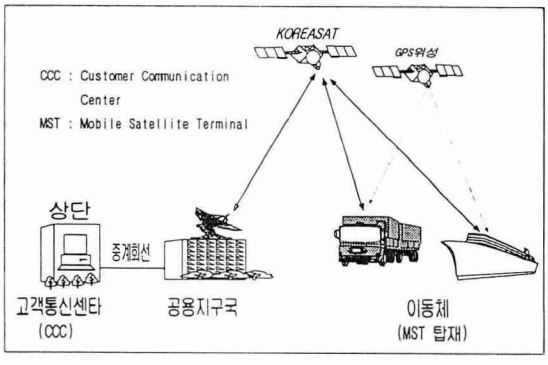
3. 위성이동데이타서비스

이동중인 차량이나 선박 등으로 부터 이동체를 관리하는 회사까지 위성 및 지상망으로 데이타링크를 구성하여 위치정보 및 이동체 관리를 위한 양방향 데이타 통신제공

• 규격 및 이용분야

전송특성	이용분야
165 bps	• 차량 및 선박 위치 측정통보, 운행기록관리 • 교통상황, 도로상태등 통제소와 양방향 통신

• 망 구성도



• 서비스제공구역

– 공용지구국(HUB) : 서울지역(타지역은 시외전용회선으로 접속시 가능)

– 고객용지구국(MST) : 전국

Ⅳ. 맺음말

'92년 9월부터 국제전기통신위성기구(INTELSAT)위성을 임차하고 VSAT(Very Small Aperture Terminal), TVRO(TV Receive Only), 종합유선방송의 프로그램전송과 위성이동중계(SNG ; Satellite News Gathering)시스템을 구축하여 국내위성통신서비스를 개시하였으며 이와같은 임차위성에 의한 시범사업은 위성특유의 새로운 멀티미디어서비스 개발 활용으로 사업화의 가능성을 제시하였고 위성지구국의 치국 및 시스템 구축등에 기반기술을 확보하므로써 위성사업기반을 조기에 구축하였으며, '96년 하반기부터는 위성고속회선(TSAT : T1 cxr Small Aperture Terminal) 서비스와 위성이동데이타(SMDS : Satellite Mobile Data Service)서비스 등의 최첨단서비스를 개발하여 제공중에 있다. 이와같이 한국통신에서 선도적으로 개발 보급한 위성통신서비스모델은 무궁화호 위성을 임차하여 자가위성망을 구축중인 모든 업체에 위성통신망 구축의 기본모델이 될 것으로 생각된다.

筆者紹介

▲최 주 달

- 전자응용기술사
- 1988년 8월 : 경북대학교 통신공학 전공(이공학석사)
- 1994년 9월 : 미시간주립대학원 전기통신, 국제대학 과정 수료
- 1995년 11월~현재 : 한국통신 위성사업본부 영업운용국장