

해사 위성 통신 Inmarsat System

진 정 산
(현대전자 산업전자연구소 이사)

■ 차

례 ■

- I. 서 론
- II. INMARSAT System
- III. INMARSAT-A System
- IV. INMARSAT-B System
- V. INMARSAT-C System

- VI. INMARSAT-M System
- VII. INMARSAT-P(INMARSAT Project 21) System
- VIII. INMARSAT System의 주요 기술
- IX. 결 론

I. 서 론

INMARSAT(International Maritime Satellite Organization)은 1976년 그 필요성이 최초로 발의된 이래 1979년 정식설립되었으며 1982년 INMARSAT-A형을 중심으로 전세계 SERVICE 시작한 이래 현재는 우리나라를 중심으로 전세계 64개 국가가 회원으로 가입되어 있으며 SERVICE 범위를 해상을 위주로 전개 하던 것을 점차 확대하여 육상뿐만 아니라 휴대용으로도 사용되고 있다.

INMARSAT은 처음에는 ANALOG 방식인 INMARSAT-A형을 service하였으나 점차 service 질을 개선하고 power와 bandwidth를 효율적으로 이용하기 위해 digital방식인 INMARSAT-B, INMARSAT-M, INMARSAT-C, global pager, aeronautical형을 점차 도입하고 있으며 data 전용인 INMARSAT-C 형과 aeronautical형은 1991년 부터 전세계에 service를 제공하고 있다.

그리고, 이 system의 도입을 위해 1991년 3월에 대서양에 제2세대위성의 발사를 시작한 이래 태평양, 인도양을 포함 총4기의 제2세대위성발사를 성공 하였으며 1994년부터 제3세대 위성을 계속 발사할 계획으로 있다.

또한, 1998년경 service 도입을 계획으로 저궤도상

과 정지궤도상에 32기 이상의 위성을 발사하여 전세계를 한통화권으로 묶는 중, 장거리용의 digital cellular system 즉, INMARSAT-P형의 service 도입을 적극 추진하여 motorola의 iridium system이나 loral의 global star system과의 경쟁이 예상되고 있으나 이미 64개 국가가 회원으로 가입되어 있을 뿐만 아니라 service 경험이 있으므로 기술적으로나 재정적으로 약간의 우위에 있다고 생각된다.

II. Inmarsat System

2.1 Inmarsat service 전개도

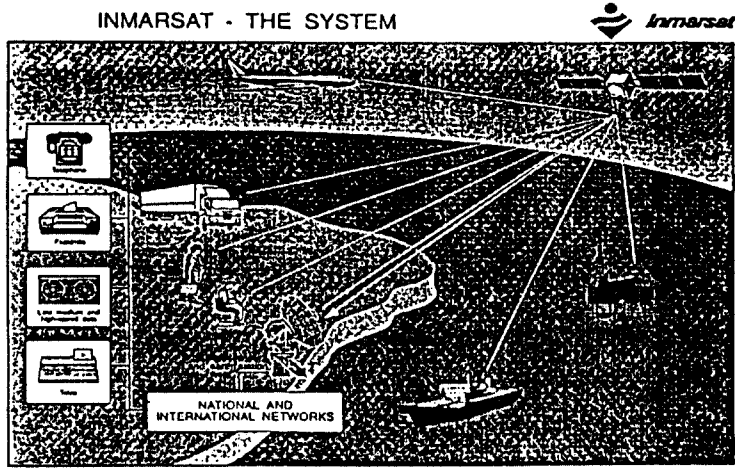


그림 1. INMARSAT SERVICE 전개도

2.2 Satellite Global Coverage 전개도

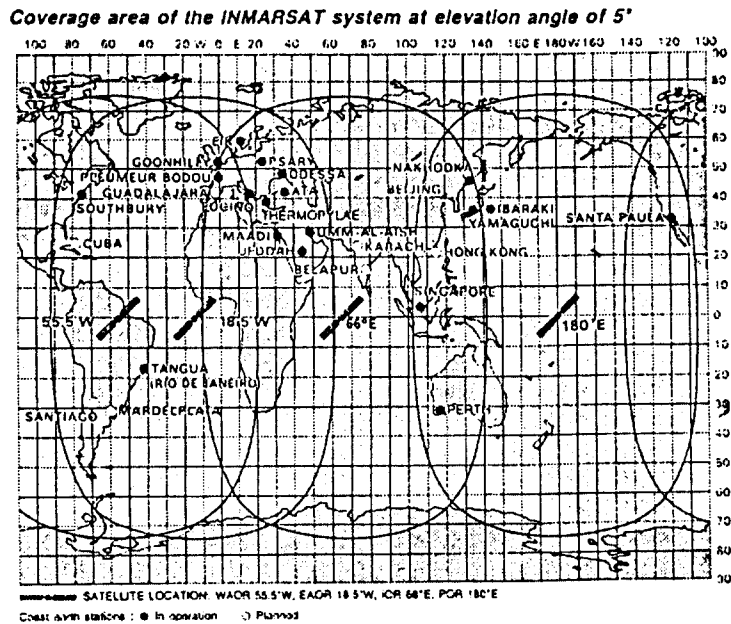


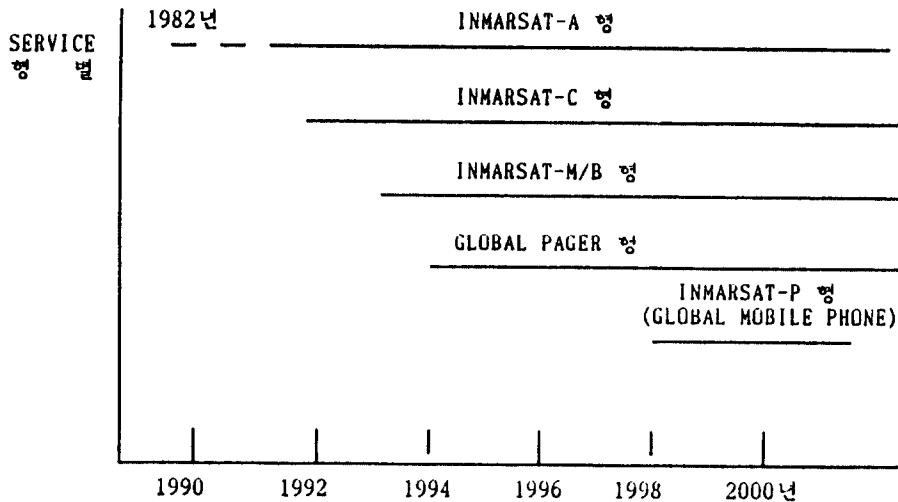
그림 2. SATELLITE GLOBAL COVERAGE 전개도

2.3 Inmarsat Satellite 현황

REGION	SPACECRAFT	LOCATION	LAUNCH DATE	STATUS
AOR(W)	MARECS-B2	55.5도 W	1984. 11. 9	운 용 중 예 비
	MARISAT-F1	106도 W	1976. 2. 19	
AOR(E)	INMARSAT-2 F2	15.5도 W	1991. 5. 8	운 용 중 예 비
	INTELSAT-V MCS-B	18.5도 W	1983. 5. 19	
IOR	INMARSAT-2 F1	64.5도 W	1990. 10. 31	운 용 중 예 비 예 비
	INTELSAT-V MCS-A	66도 E	1982. 9. 28	
	MARISAT-F2	72.5도 E	1976. 10. 14	
POR	INTELSAT-V MCS-D	180도 E	1985. 3. 4	운 용 중 예 비
	MARISAT-F3	176.5도 E	1976. 6. 9	

- *INMARSAT-2 GENERATION 이 INMARSAT-C SERVICE를 제공하고 있음.
- *INMARSAT-2 GENERATION 제3기, 제4기가 1992년 발사될 예정임.
- *INMARSAT-3 GENERATION 4기가 1994-1995에 걸쳐서 발사될 예정임.
(미국 GE사와 계약되었음)
- *INMARSAT-PROJECT 21(INMARSAT-P)에서는 정지궤도상의 4기 포함 총 32 기를 LAUNCH 할 예정임.

2.4 Inmarsat의 Service 현황



- *INMARSAT-A : ANALOG의 VOICE, FAX, DATA, TELEX 통신가능
- *INMARSAT-B : DIGITAL의 VOICE, FAX, 고속DATA, TELEX 통신가능
- *INMARSAT-M : DIGITAL의 VOICE 통신가능
- *INMARSAT-C : DIGITAL의 지속 DATA, TELEX 통신가능(자체개발중임)
- *INMARSAT-P : GLOBAL DIGITAL MOBILE PHONE

Ⅲ. Inmarsat-A Ship Earth Station

3.1 개 요

INMARSAT-A 형은 analog 방식으로 지구정지궤도상의 4기 위성과 각 태평양, 인도양, 대서양에 설치되어 있는 NCS(Network Coordination Station), 각 국가에 설치되어있는 23기의 CES(Coast Earth Station)와 SES(Ship Earth Station)을 한 system으로하여 전화, FAX, Telex, Data 등을 대형선박에 통신하기위해

1982년 부터 주로 사용되고 있으며, 수요에 비해 제한된 channel 수와 점차 수명을 다하고 있는 위성, 보다 고품질의 service를 제공받고 싶어하는 수요자의 욕구 등으로 점차 digital 방식인 INMARSAT-B형으로 전환 될 것으로 예상된다.

그러나, 기존 기록권을 보호하기위해 service는 당분간 지속 될 예정이다.

3.2 INMARSAT-A System 전개도

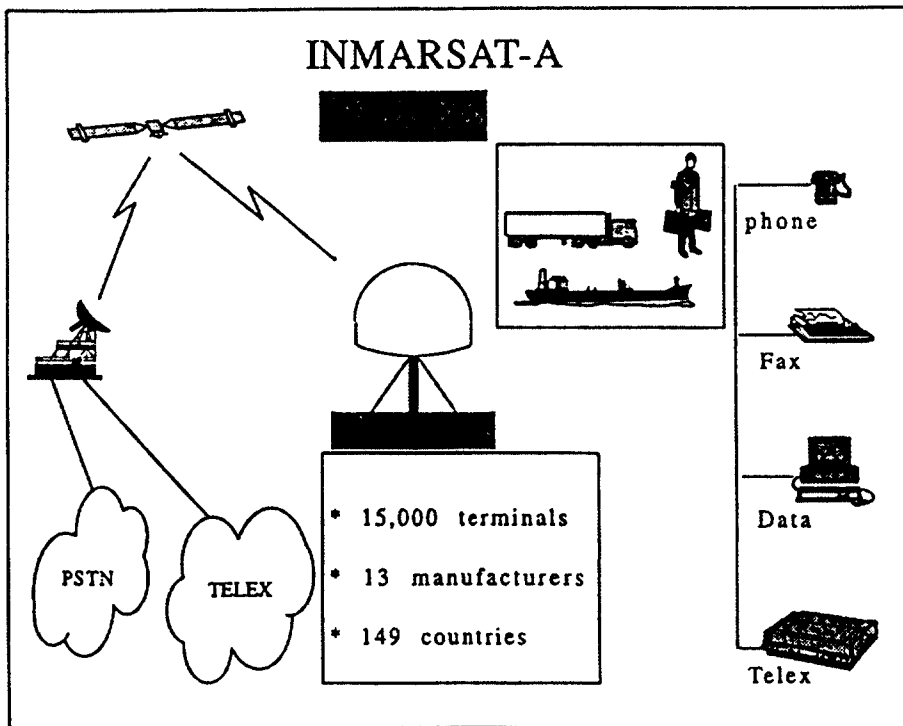


그림 3. INMARSAT-A SYSTEM 전개도

4.2 INMARSAT-B System 전개도

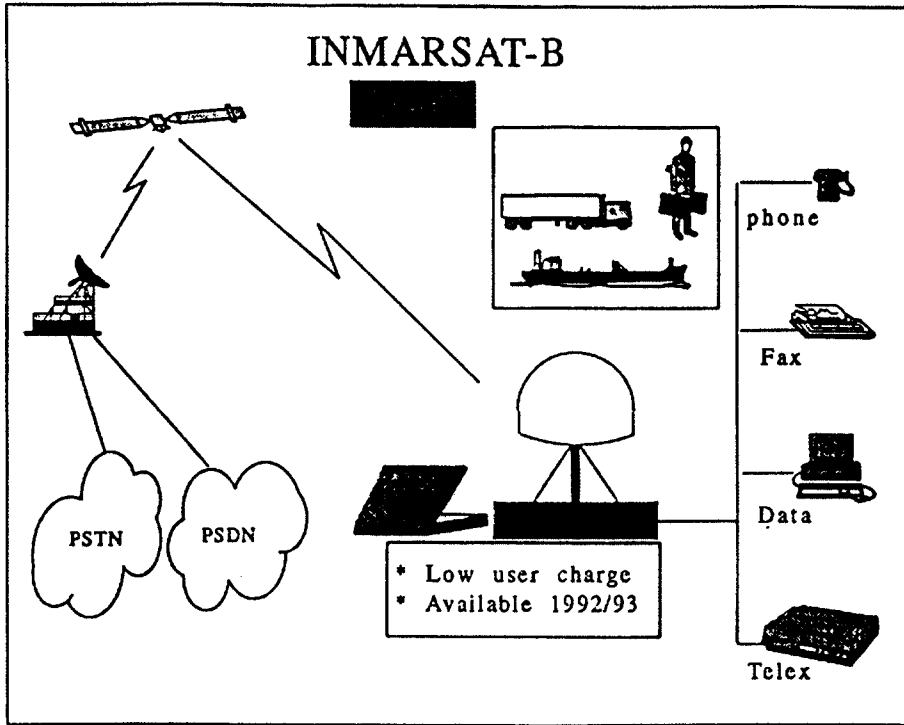


그림 4. INMARSAT-B SYSTEM 전개도

4.3 INMARSAT-B System 구성도

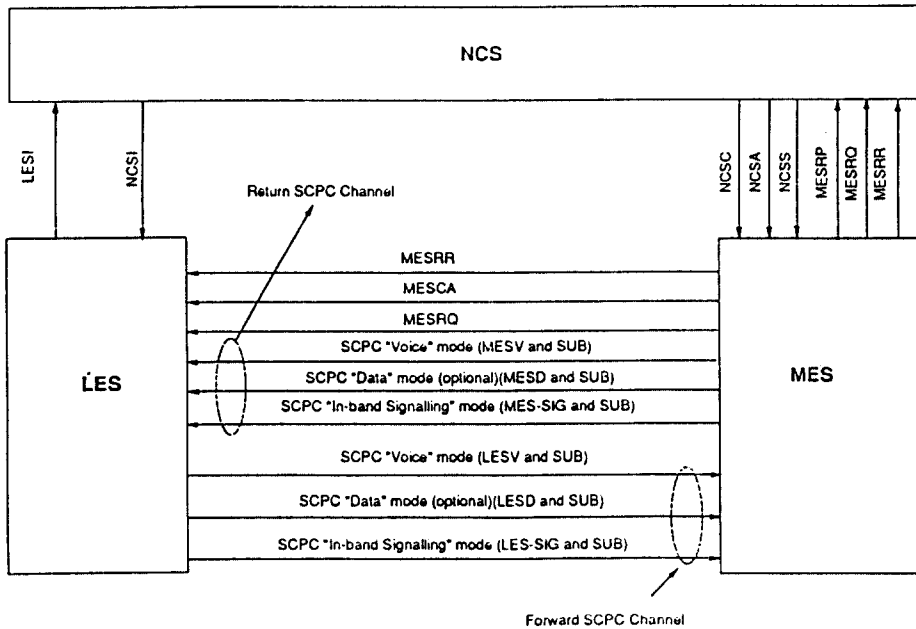


그림 5. INMARSAT-B SYSEM 구성도

- Voice, FAX, 고속data : Rate 3/4 Convolutional code, k=7, Viterbi decode
- Telex / Signal / Low speed Data : Rate 1/2 Convolutional code, k=7, Viterbi decode
- *Voice coding and rate : APC(Adaptive predictive coding), 16kbps
- *Frame length : 80ms
- *Interface : RS232C, NMEA0183
- *Environmental conditions
 - ADE temperature : -35°C to 55°C
 - BDE temperature : 0°C to 45°C
 - Relative humidity : Up to 95% at 40°C
 - Icing : Up to 25mm

V. INMARSAT-C Mobile Earth Station

5.1 개요

INMARSAT-C 형은 지구정지궤도에 제2세대의

4기 위성과 각 태평양, 대서양 인도양의 NCS, 지금까지 각 국가에 약10기가 설치된 해안지구국과 Omnidirectional Antenna, Note-book PC, Printer, 단말기를 한 system으로 구성된 이동지구국을 이용하여 전세계에 digital 방식의 telex, 저속data(600bps) 등을 통신하기 위해 소형선박, 오토, 트럭, 기차, 소형비행기 등에서 간편하게 장착하여 1991부터 본격사용하고 있으며 우리나라에도 사용가능하다.

그리고, 항해중의 안전을 위해서 IMO(International Maritime Organization)에서 GMDSS(Global Maritime Distress and Safety System) 제도채택으로 이장비 사용을 권고하고 있다.

또한, 일정한 Group의 선단이나 지역에 Fleetnet Service, Safenet Service를 할 수 있는 EGC(Enhanced Group Call) Service 기능도 포함하고 있고 가볍고, 저렴하기 때문에 점차 휴대용으로 그 수요가 확산 될 것으로 예상되며 간편하게 Global text 혹은 data 통신을 하기위해 더욱 가볍고 소형화로 진보되어 개발되고 있으며 국산화도 가능하다.

5.2 INMARSAT-C System 전개도

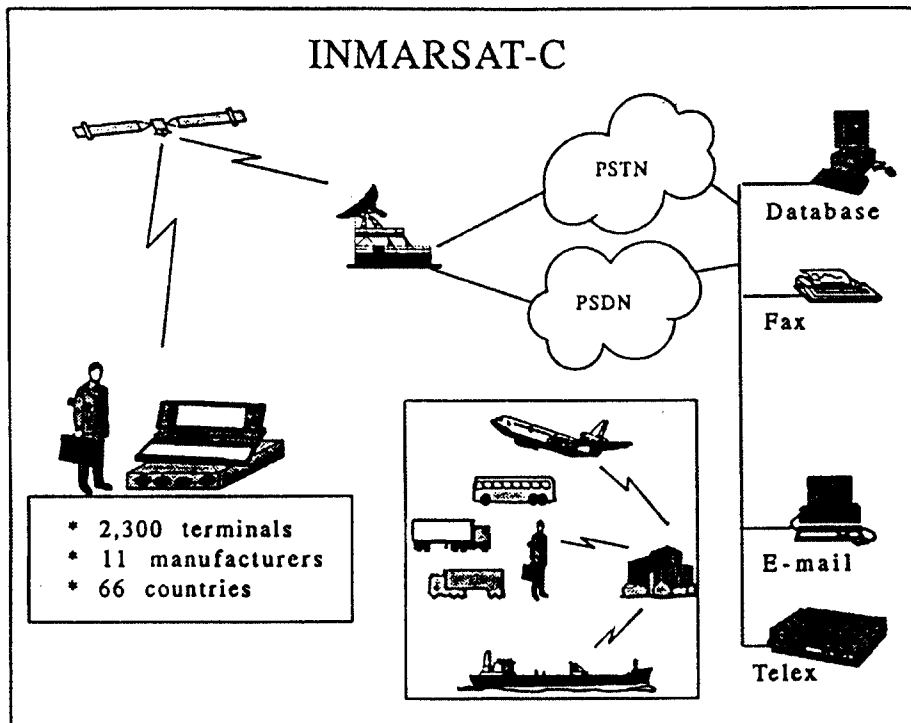
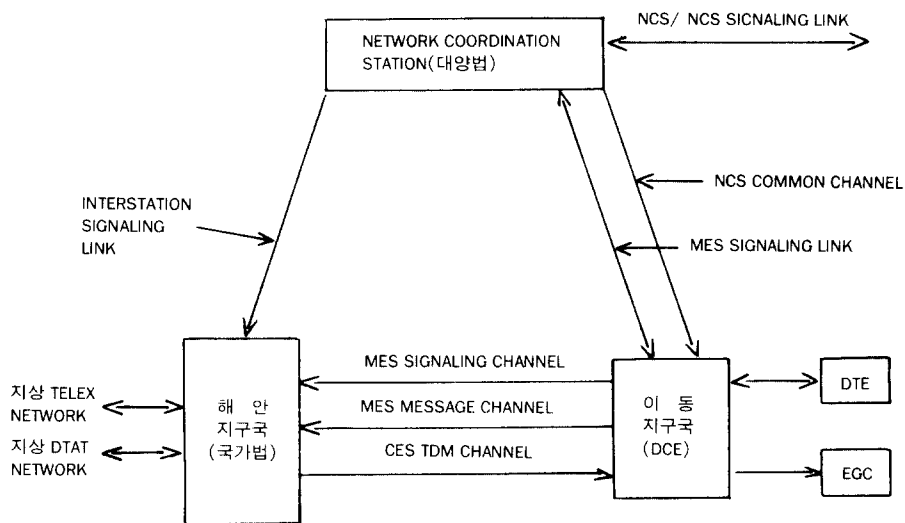


그림 6. INMARSAT-C SYSTEM 전개도

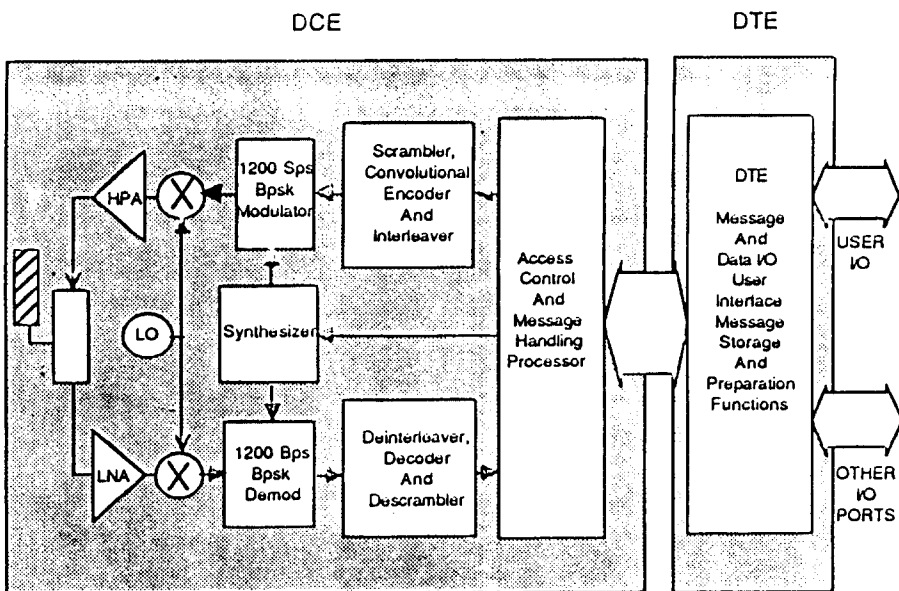
5.3 INMARSAT-C System 구성도



- *MES : MOBILE EARTH STATION
- *CES : COAST EARTH STATION
- *NCS : NETWORK COORDINATION STATION
- *TDM : TIME DIVISION MULTIPLEX
- *EGC : ENHANCED GROUP CALL

그림 7. INMARSAT-C SYSTEM 구성도

5.4 INMARSAT-C Mobile Earth Station Block Diagram



5.5 INMARSAT-C mobile earth station specification

- *Service : Telex, Data, Enhanced Group Call
- *Antenna
 - Gain : 0 dBi
 - Polarization : Right-hand circular
 - Type : Omnidirectional
- *Frequency range
 - Transmit : 1626.5~1646.5 MHz
 - Receive : 1530~1545 MHz
- *Tuning
 - Transmit : 4,000 Channels with 5 KHZ spacing
 - Receive : 3,000 Channels with 5 KHZ spacing
- *EIRP : 12dBW (at 5° elevation)
- *G / T : -23dB / K (at 5° elevation)
- *Modulation : 600 symbols / sec, BPSK(1st generation satellite)
: 1200symbols / sec, BPSK(2nd generation satellite)
- *Data coding : Rate 1 / 2, K=7 interleaved
: Convolutional code, Viterbi decode
- *Data rate : 300bps(1st generation satellite)
: 600bps(2nd generation satellite)
- *Access and control : Tx : Signal : Slotted Aloha
Message : Scrambled, Encoded, Interleaved TDMA
RX : TDM
- *Prime power supply : Voltage : 12-24Vdc +35%
or -20%, 110 / 220Vac ± 10%
- *Environmental Conditions
 - EME temperature : -35°C to 55°C
 - IME temperature : 0°C to 45°C
 - Relative Temperature : Up to 95% at 40°C
 - Ice : Up to 25mm
 - Interface : RS232C, NMEA 0183
 - Vibration : 2-10HZ, 2.54mm Peak, 1.0g Peak

VI. INMARSAT-M Mobile Earth Station

6.1 개요

INMARSAT-M 형은 INMARSAT-B형과 매우 유사한 System으로 구성 된것으로써 위성은 INMARSAT-B형과 동일하나 이용하는 frequency bandwidth 가 약간 상이하며 앞으로 각 대양에 설치할 태평양 / 대서양 / 인도양의 INMARSAT-M형의 NCS(Network Coordination Station), 각 국가에 설치할 해안지구국 (Coast Earth Station), 이동지구국(Mobile Earth Station)을 하나의 System으로 구성하고 있다.

INMARSAT-B형에 비해서 보다 간편한 Brief-Case 형 digital 방식으로 설계 됨으로써 전화, G3-FAX, 고속 Data 등을 세계 어느곳에서나 Service 받을 수 있다.

INMARSAT에서는 INMARSAT-B형보다 보다 저렴하고 가볍게 만들어 전세계에 많이 확산 시킬려고 노력하고 있다.

INMARSAT-M형에서는 planar-array antenna, unfiltered BPSK / OFFSET QPSk 방식의 MODEM, IMBE(Improved Multiband Excitation) 방식의 voice codec으로 설계 되었으며 frequency bandwidth 확장 및 channel bandwidth를 축소하여 channel 수를 많이 늘려 더 많은 user를 수용 할 수 있게 설계하고 있다.

INMARSAT-M형은 INMARSAT-B형과 같이 INMARSAT을 중심으로 세계의 우수한 연구기관과 제조업체와 합동하여 그 연구가 매우 활발하게 전개되고 있으며 1992년에 일부시제품을 도입하고 1993년부터 본격적인 service 시작을 목표로하고 있으며 국산화도 가능하다고 생각된다.

6.2 INMARSAT-M System 전개도

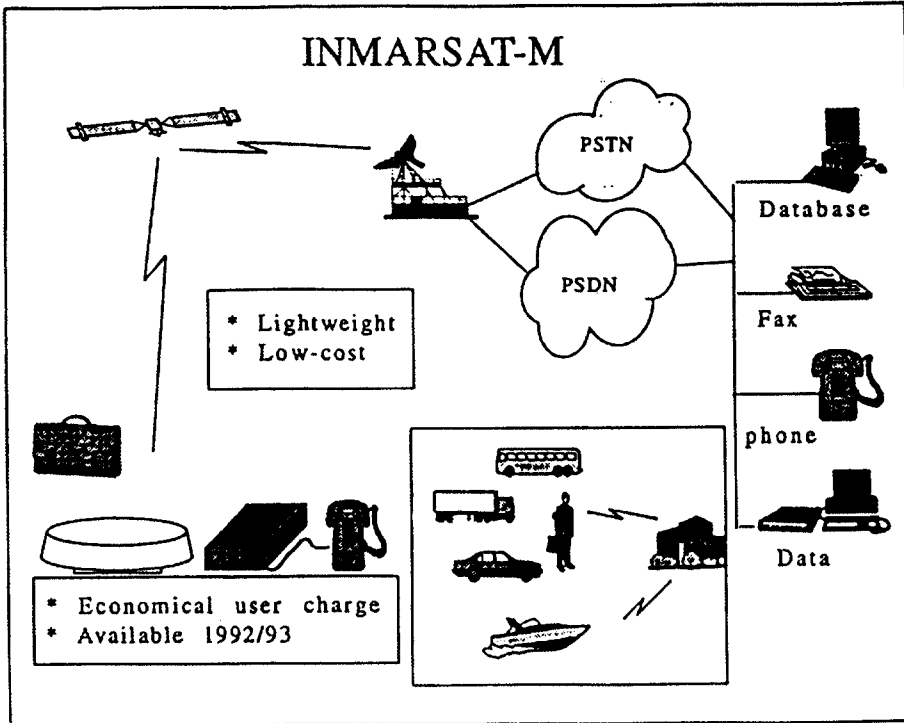


그림 8. INMARSAT-M SYSTEM 전개도

6.3 INMARSAT-M System 구성도

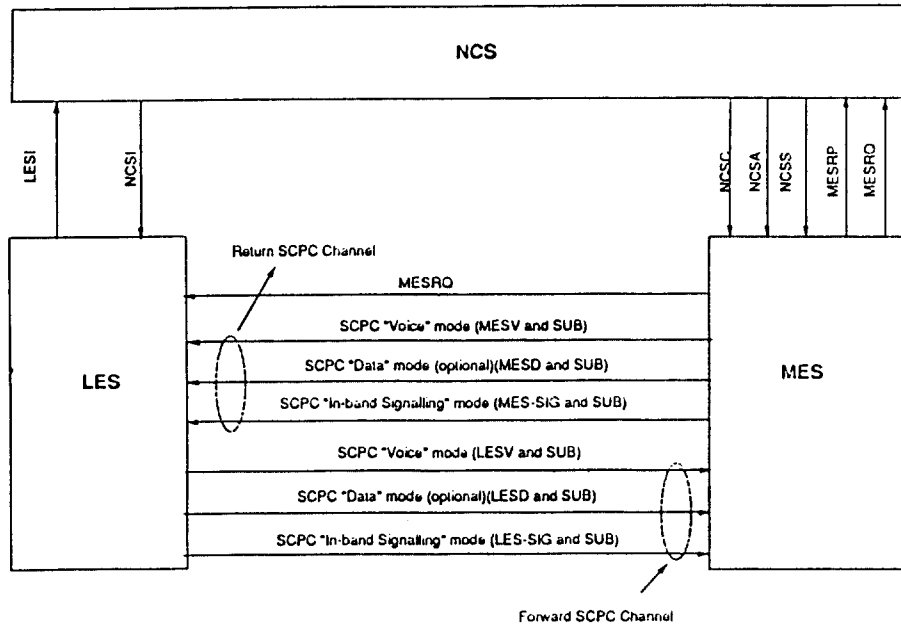
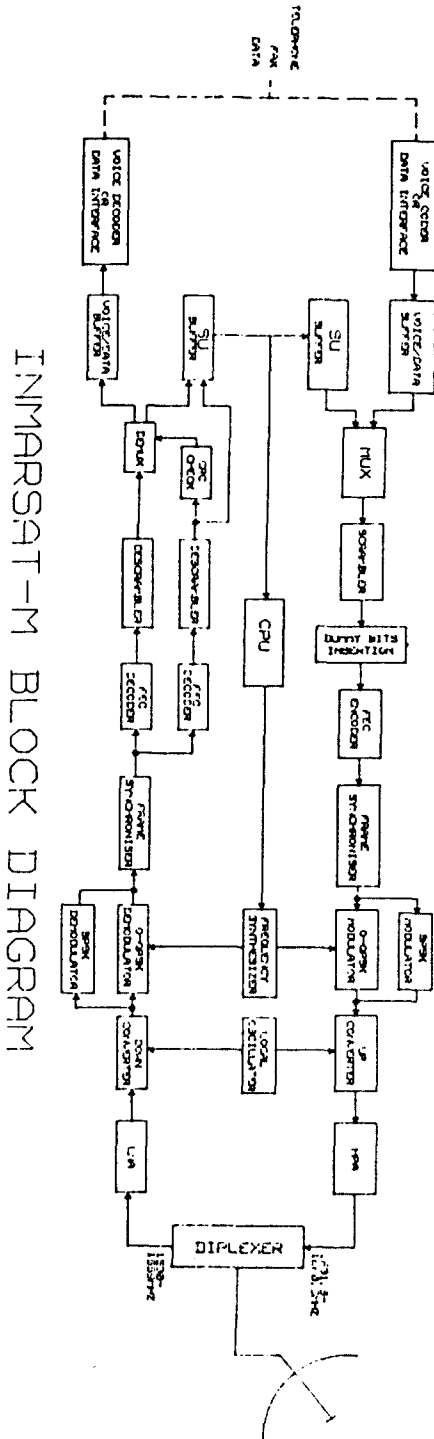


그림 9. INMARSAT-M SYSTEM 구성도

6.4 INMARSAT-M Mobile Earth Station Block Diagram



6.5 INMAESAT-M mobile earth station specification

- *Service : 전화, FAX, Data, Distress, Area Group Call(Digital 방식)
- *Antenna
 - Gain : 12 dBi
 - Polarization : Right-hand circular
 - Type(Land Mobile) : Horizontal One-dimensional Array
 - Type(Maritime) : Axis-Symmetric
 - Type(Portable) : Two Dimensional Array
- *Frequency range
 - Transmit(Land Mobile) : 1631.5~1660.5 MHZ
 - Transmit(Maritime) : 1631.5~1646.5 MHZ
 - Receive(Land Mobile) : 1530~1559 MHZ
 - Receive(Maritime) : 1530~1545 MHZ
- *Tuning
 - Transmit / Receive(Land Mobile) : 5,800 Channels with a 5 KHZ spacing
 - Transmit / Receive(Maritime) : 3,000 Channels with a 5 KHZ spacing
- *G / T (5° Elevation)
 - Land Mobile : -12dB / K
 - Maritime : -10dB / K
- *EIRP
 - Land Mobile : 19~25dBW
 - Maritime : 21~27dBW
- *Access and protocol
 - Voice, Data, Signal : SCPC / FDMA
 - MES RP mode : TDMA
 - MES RQ mode : Slotted aloha
- *Modulation
 - Voice, Data : Offset QPSK, 8kbps
 - MES RP / RQ mode : BPSK, 3kbps
- *Coding
 - Voice, Data : Rate 3/4 Convolutional code, k=7, Viterbi decode
 - MES RP / RQ mode : Rate 1/2 Convolutional code, k=7, Viterbi decode
- *Voice coding and rate : IMBE(Improved Multi-base Excitation), 6.4kbps

- *Frame length : 240ms
- *Interface : RS232C, NMEA0183
- *Environmental conditions
 - A.DE temperature : -35°C to 55°C
 - B.DE temperature : 0°C to 45°C
 - Relative humidity : Up to 95% at 40°C
 - Icing : Up to 25mm

이 system은 motorola의 iridium이나 loral의 global star와 같은 개념으로 21세기에는 약 150만~250만의 수요가 있을 것으로 예상하며 지상 cellular system과 상호 호환성을 유지 할 수 있도록 설계 할 예정이다.

INMARSAT에서는 이 system을 성공시키기 위해 정부, 학계, 산업체와 매우 긴밀한 협조 관계를 가질 수 있기를 바라며 재정적으로나 기술적으로 성공 할 수 있다고 확신하고 있다.

VII. INMARSAT-P (INMARSAT PROJECT 21)

7.1 개요

INMARSAT에서는 기존 System을 훨씬 발전시켜 지구의 정지궤도와 저궤도와 혹은 정지궤도와 고타원궤도를 결합한 제4세대 위성 즉, 약 32기의 위성을 발사하여 전지구상의 중·장거리 이동물체 혹은 대륙간을 왕래하는 business man이 간편하게 hand-held global mobile satellite terminal를 휴대하고 저렴한 가격에 음성통신 할 수 있는 INMARSAT-P system을 도입하여 1998년 부터 service를 시작 할 계획이다.

7.2 INMARSAT-P 단말기 Interface 계획

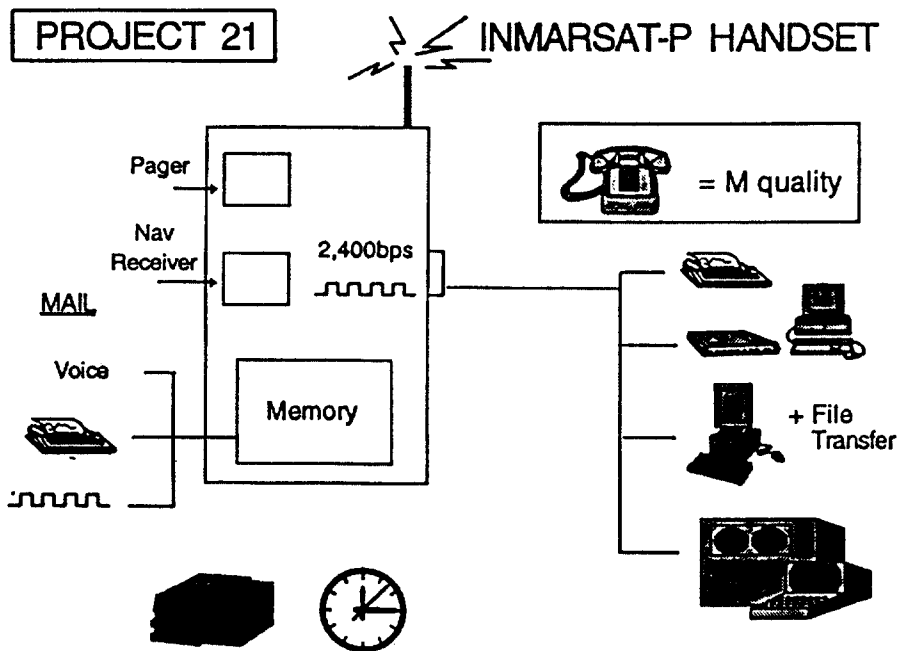


그림 10. INMARSAT-P 단말기 INTERFACE 계획도

7.3 초기 INMARSAT-P Satellite 궤도위치계획

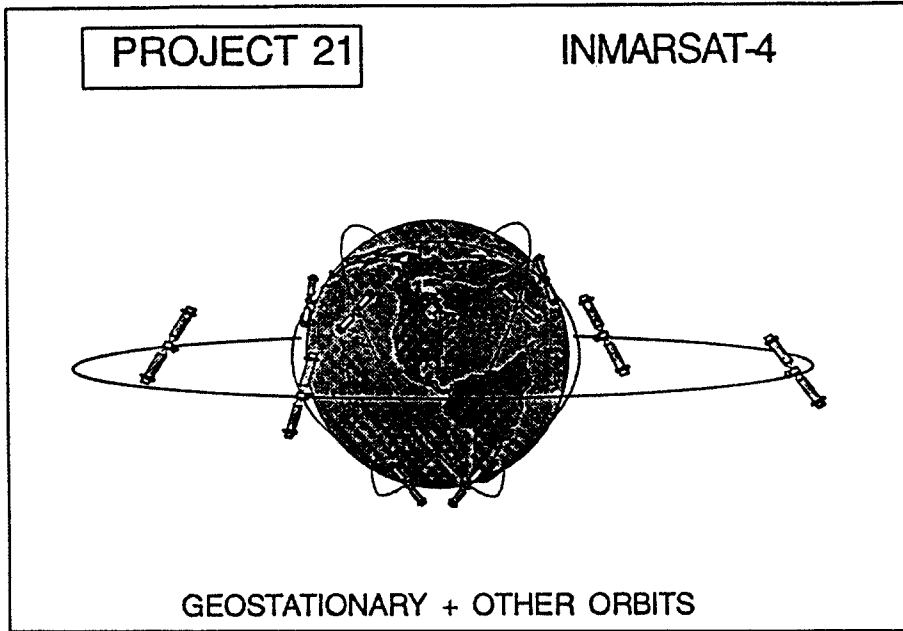


그림 11. 초기 SATELLITE 궤도위치계획도

7.4 미래 INMARSAT-P Satellite 궤도위치계획

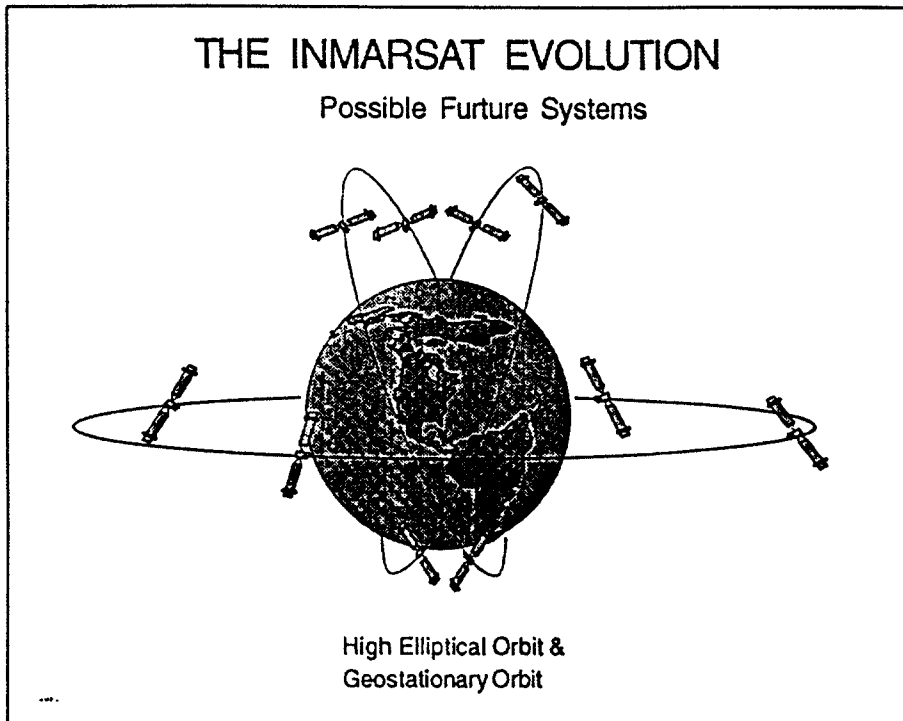


그림 12. 미래 SATELLITE 궤도위치계획도

7.5 INMARSAT-P Network망 구축계획

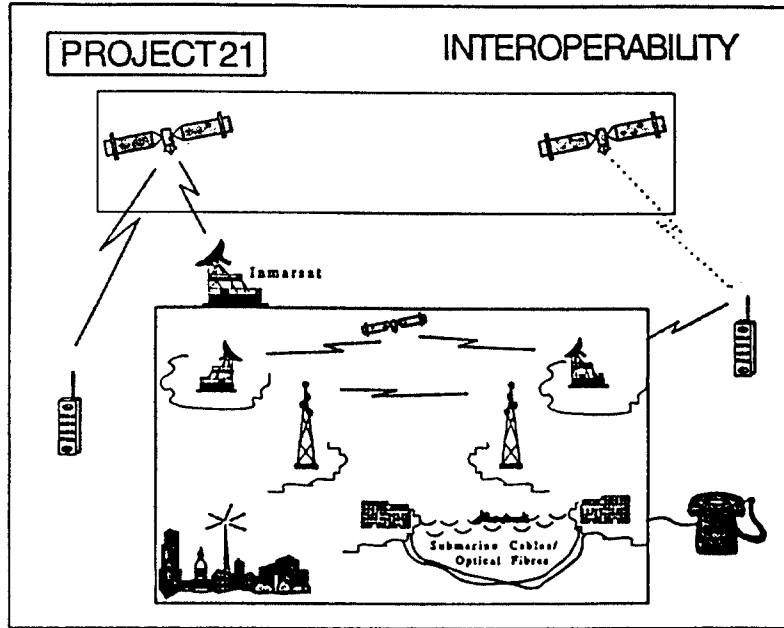


그림 13.1 INMARSAT-P NETWORK망 구축계획도

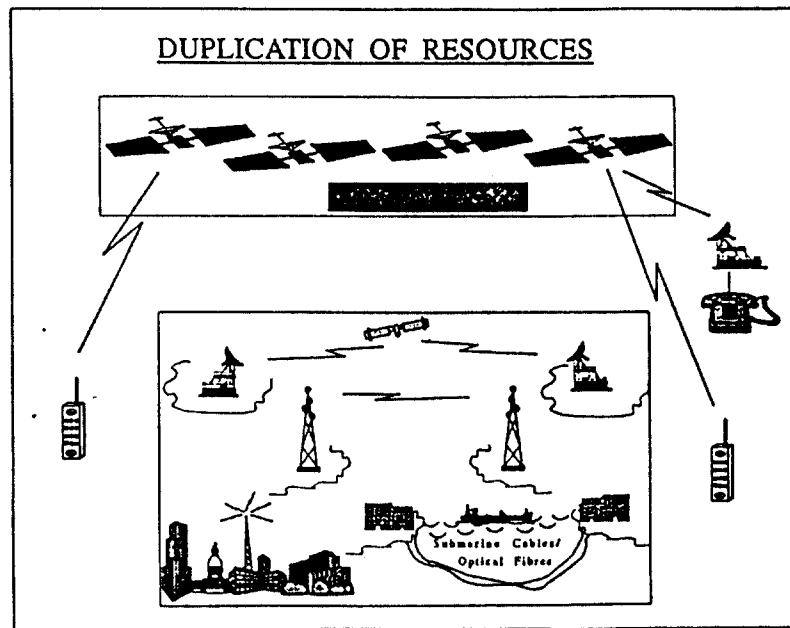


그림 13.2 INMARSAT-P NETWORK망 구축계획도

VIII. INMARSAT System의 주요 기술

8.1 Antenna와 RF subsystem

이동지구국에 설치될 Antenna는 소형이며, 무게가 가벼워야하고 가격 또한 저렴해야 한다. 특히 이동중에 양질의 통신을 하기 위해서는 기계적 혹은 전기적으로 신호를 자동 추적할 수 있어야 한다.

INMARSAT Aeronautical 이동지구국 System에서는 전기적으로 Antenna Beam을 control 할 수 있는 9-element Microstrip Phased Array를 사용하였으며, Antenna와 LNA사이의 Feed 손실 또한 최소화 하였다. 전기회로는 Phase Shifter, Power Combiner / Divider 등으로 구성되었으며, Antenna의 이득은 약 12 dBi 정도로 하였다.

INMARSAT Standard-C형 이동지구국 Antenna는 소형이고 극히 낮은 이득 (약 0 dBi)을 가진 Quadrifilar Helix Omnidirectional Antenna가 선택되어졌고 약 0 dBi 정도의 이득을 가진 Antenna 이기 때문에 위성의 추적기능이나 이동지구국의 동요보상기능이 필요없는게 커다란 특징이다. INMARSAT 이동지구국에서는 HPA와 LNA 크기도 최소로 해야된다.

8.2 Voice Codec(Encoder/ Decoder)

Voice Codec은 Voice Digital 통신에서 Low Bit Rate(2.4 kbps~16 kbps)에서 양질의 음성질을 통신할 수 있는 Voice Codec 방식이 선택되었다.

열악한 이동통신 환경에도 불구하고 Bit Rate가 낮고 조그마한 Hardware 크기와 양질의 음성질을 통신할 수 있는 APC-MLQ(Adaptive Predictive Coding-Maximum Likelihood Quantization) 방식이 INMARSAT Standard-B 형과 Aeronautical 형의 이동지구국 통신 System에서 사용된다. 또한 APC-MLQ 방식은 Voice Codec의 Coding Bit율이 System설계의 필요에 따라 쉽게 변경 될 수 있다.

INMARSAT-M은 IMBE(Improved MultiBand Excitation) Speech Coder 방법을 이용하여 설계되었으며 음성은 4.8kbps로 Compression되고 Forward Error Correction과 Bit Interleaving을 하여 6.4kbps의 Bit rate로 구성 되었다.

8.3 DTAT FEC(Forward Error Correction) CODEC

DATA FEC Coding은 위성과 이동지구국의 Power를

절약하면서 충분한 통신을 하기 위해서 높은 Coding 이득을 가진 방식이 요구되어지며 이것을 위해서는 Convolutional Code와 Software로 복호 할 수 있는 Viterbi 복호화 방식이 주로 사용되어진다. Convolutional Code의 Coding율은 Bandwidth의 효율이 더 필요할때 1/2 coding을 보다 더 높은 율(Rate 3/4, Rate 7/8)을 사용하는게 좋다.

해면반사나 이동중에 일어나는 Multipath Fading 현상은 Bit Error율을 더욱더 나쁘게 하므로 FEC Coding을 한다음 송신측에서 Message를 한번 축적하고 Bit의 배열을 바꾸는 Bit Interleaving을 하여준다. 그렇지만 Interleaving과 De-Interleaving 다음에 야기되는 신호 Delay(약 30 ms)는 충분히 보상해 주어야 한다.

8.4 Synchronizer

Frame Synchronization은 Digital통신 장비에서는 아주 중요하다. 이동위성통신 상태에서는 Link C/N 비가 아주 낮고 Multipath Fading과 같은 현상에 의한 신호 Level의 변화로 C/N 비가 자주 변하므로 Frame Synchronization이 사용되어야만 하며, 고정된 길이와 고정된 Bit 형태(Unique Word)를 주기적으로 전송된 Bit Stream에 삽입시킨다. Digital 복조기에서 Coherent 복조기술이 이용되어질때 복조 과정에서 야기될수 있는 Phase Ambiguity의 현상은 복조된 Bit열에서 Framing Bit 형태를 관측하면서 제거 되어질 수 있다.

8.5 MODULATOR/ DEMODULATOR

Digital 이동지구국 통신 System에서의 변·복조 방식은 일반적으로 Power와 Bandwidth의 효율을 높이고 HPA의 출력에서 일어날수 있는 Out-of-Band 신호 방출현상을 감소시키기 위해서 Offset-QPSK와 같은 변조기술이 필요하며 복조기는 낮은 C/N비의 상태에서 동작되어야 하므로 Carrier와 Clock Recovery가 안정적으로 동작되어야 하는게 필수적이다. 전송 Bit율이 낮을때는 (약 수kbps) QPSK 방식보다 BPSK 방식을 사용하는것이 복조기의 Carrier와 Clock을 포착하고 추적하는데 더 좋다.

INMARSAT-C에서는 Unfiltered BPSK 방법으로 설계되었으며 INMARSAT-M / B형은 Unfiltered BPSK와 Offset QPSK 방법으로 설계 되었다.

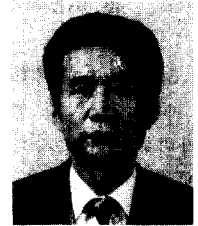
IX. 결 론

지금까지 INMARSAT SYSTEM에 대한 주요기술과 SERVICE 내용들에 대해서 형별로 구체적으로 서술 되었다.

기술적으로는 Digital 이동위성통신 System에서는 낮은 C/N 비와 Multipath Fading 현상으로 인하여 신호 Level이 자주 변하는 열악한 상황에서 정상적인 동작을 해야만 하는게 아주 중요한 문제이며 심각한 Link 상황에서 Frame Synchronization이 빨리 이루어 지고 안정적으로 Carrier / Clock이 추적되어야 한다는 게 중요하며 DIGITAL 이동위성 단말기 설계기술은 DIGITAL CELLULAR 설계 기술과 유사한 점이 매우 많다.

Service면에서는 지금까지 논의된바와 같은 미국 MOTOROLA사의 IRIDIUM, LORAL사의 GLOBAL STAR와 같이 INMARSAT에서는 PROJECT 21를 도입하므로써 Global Service를 더욱 확충 할려고 할 뿐만 아니라 PROJECT 21도입에 따른 적절한 Spectrum 자원의 확보 및 개발을 성공시키기 위해서 INMARSAT에서는 많은 노력을 하고있으며 세계각국으로부터의 많은 협조를 요구하고 있다.

그리고, 위성을 이용하여 전세계를 단일통화권으로 묶으려고하는 세계적인 동향, 이동통신기술이 매우낙후 되어있는 우리나라, Digital 방식으로 점차 대체되는 기술추세에 따라 세계시장에서 뒤떨어지지 않기 위해서는 그 어느때보다도 긴밀한 산·학·연 협동체제 구축이 시급하다고 생각된다.



진 정 산

- 1942년 5월 16일생
- 한양대학교 전기과 졸업(1963년 2월)
- 1984년~현재 : 현대전자산업(주) 산업전자연구소
재직
- 1985년 : 국내 최초 LNA 개발
- 1986년 : C-Band LNB 개발
- 1988년 : Ku-Band LNB 개발
- 1989~현재 : INMARSAT System, VSAT System,
GPS System 개발.
- 포상 경력 : 산업포장(총무처, 1985. 12. 19)
기술개발상(현대그룹, 1985. 12. 26)