

COSPAS-SARSAT SYSTEM의 구성

강 진, 손도성, 서갑석

1. 서론

2. 시스템 구성

2.1 시스템 개념

2.2 ELT/EPIRB

2.3 COSPAS-SARSAT Segment

2.4 Ground Segment

2.5 System Control & Coordination

3. LUT의 구성

3.1 기능

3.2 성능 및 사양

4. 결론

참고문헌

1. 序 論

1970년 중반부터 조난 선박이나 항공기에서 발사되는 신호를 인공위성을 이용, 수신·검출하는 개념이 주목을 받기 시작하였으며, 이러한 상호관심이 COSPAS-SARSAT 프로젝트의 동기가 되었다. COSPAS-SARSAT 프로젝트는 두개의 독립된 프로젝트를 기술적, 인도적 목적으로 결합시킨 것으로서 SARSAT는 캐나다의 DOC, 프랑스의 CNES 및 미국의 NASA가, COSPAS는 소련의 MORFLOT가 주관하고 있으며 이들 기관을 통칭하여 파트너라 하고 이외의 참여국(노르웨이, 영국, 핀란드, 불가리아)을 Investigator라 한다.

1979년 이해각서, 1980년 CSIP에 상기 파트너들이 서명하였고, 이들 공식문서에 의거 COSPAS와 SARSAT이 설립되었으며, 1982년에 COSPAS-I, II 1983년에 SARSAT 위성인 NOAA-8, 1984년에 COSPAS-III와 NOAA-9이 발사되어 여러가지 실험이 실시 되었다.

실험 결과 1985년 5월 까지 전 세계적으로 194건의 조난경보와 위치 데이터를 제공하여 527명중 473명을 구조하는등 유용한 조난구조 시스템이 증명되었고 IMO, ICAO, INMARSAT 및 CCIR에서도 참여를 권고하고 있어 향후 참여국이 증가할 것으로 예상되며, 특히 삼면이 바다인 우리나라로서는 본 시스템에 대한 검토가 필요하다고 사료되어 금번 보고서에서는 COSPAS-SARSAT System의 구성과 운용에 필요한 지상국 설비에 대하여 조사 하였다.

2. 시스템 구성

2.1 시스템 개념

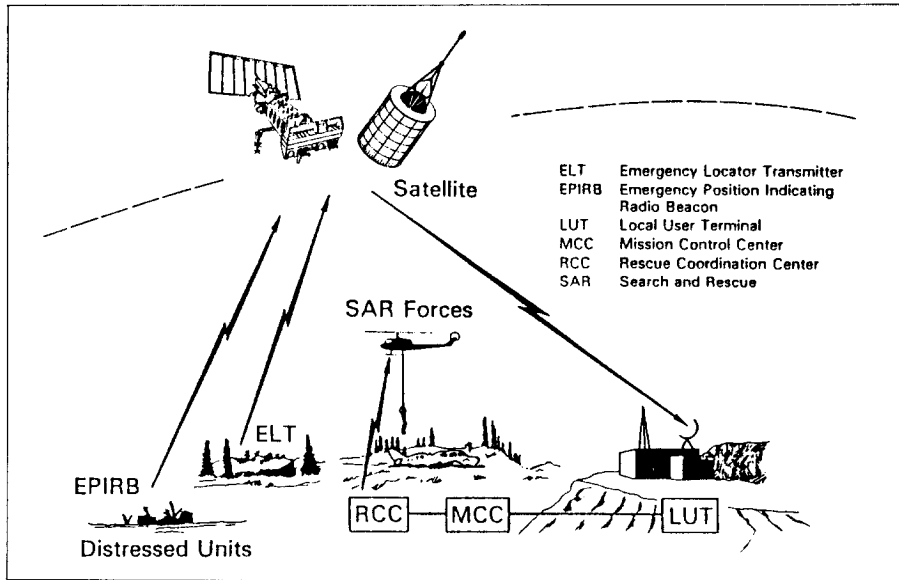
본 시스템은 (그림 2-1)에 나타내는 바와 같이 ELT/EPIRB에서 송신되는 신호를 수신기를 장착한 극궤도 위성으로 검출하고 검출된 신호는 LUT라고 하는 지상국으로 중계된후 ELT/EPIRB의 위치를 결정하기 위하여 처리한다. 경보신호는 MCC로 보내지고 MCC에서는

RCC또는 다른 MCC로 보내어 탐색 및 구조화
동을 개시한다.

위치 결정은 위성과 ELT/EPIRB간의 상대적
운동을 이용하는 Doppler Positioning 방식이 장

치정보를 얻기 위하여 처리한후 MCC로 송출한
다.

네번째 서브 시스템은 제어 및 통합조정 시스
템으로서 각 참여국의 MCC와 여러 MCC들간



(그림 2.1) 기본 개념도

비가 간단하여 실용되고 있고, 극궤도 위성을
이용하므로써 양호한 Doppler Shift 특성, EL-
T/EPIRB의 저전력화, 위성 Pass간의 시간단축
효과를 얻고 있다.

전체 시스템은(그림2.2)에 보이는 바와 같이
4개의 서브 시스템으로 구성된다.

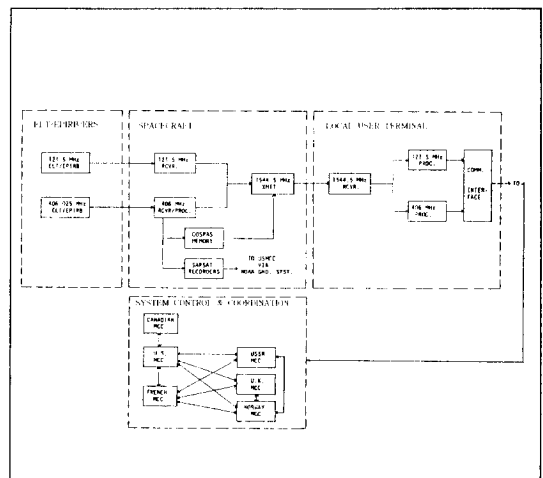
첫번째 서브 시스템은 ELT/EPIRB로서 121.
5MHz와 406MHz 대역에서 조난신호를 송출하
는 소형 송신기이다.

두번째 서브 시스템은 인공위성(COSPAS an-
d/or SARSAT)으로서 ELT/EPIRB에서 송신되
는 신호를 수신하여 1544.5MHz로 변환한후 지
상국으로 재송신한다.

특히, 406MHz 데이터는 지상국으로 즉시 또
는 지연 전송을 위하여 위성내에서 처리·저장
된다.

세번째 서브 시스템은 LUT로서 중계된 조난
신호를 수신하는 지상국이며 수신된 신호는 위

의 통신설비로 구성된다. 조난데이터등을 참여
MCC간에 교환하며 최종의 해당 MCC에서 해
당 국가 조종센터에 데이터를 제공할 책임이 있
다.

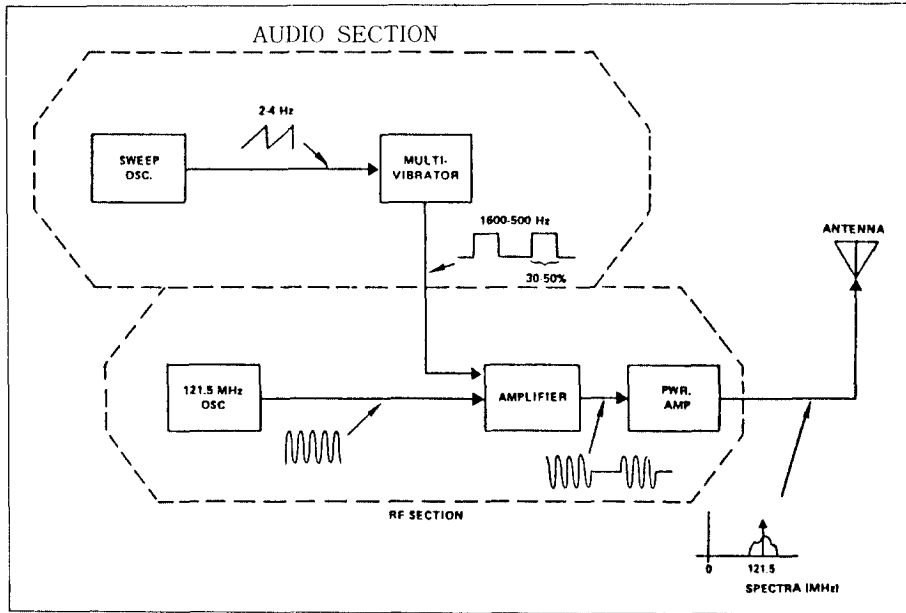


(그림2.2) 전 시스템 계통도

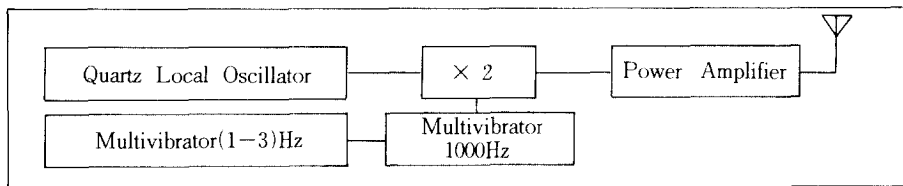
2.2 ELT/EPIRB

그림(2.3)은 현재 사용되고 있는 121.5MHz 비이콘의 계통도이고 그 특성을 (표2.1)에 나타낸다. 또한, 소련에서 사용하고 있는 ERS의 계통도 및 특성을 (그림 2.4)와 (표2.2)에 나타

내고 위성용으로 특별히 설계하여 실험한 406MHz 비이콘의 계통도와 특성을(그림 2.5)와 (표2.3)에, 406MHz 비이콘의 디지털 메시지 Data Format을 (그림 2.6)에 각각 나타낸다.



(그림 2.3) 121.5MHz ELT/EPIRB 계통도



(그림 2.4) ERS 계통도

(표 2.1) 121.5MHz ELT/EPIRB 특성표

Parameter	Value
RF Signal	
Transmitter Power	50-100 mw PERP*
Transmission Life	48 hours
Frequency	121.5MHz
Frequency Tolerance	50 PPM
Polarization	Linear

<u>Modulation</u>	
- Sweep Rate	2-4 Hz
- Range	1600-300 Hz(At least 700Hz)
- Modulation type	AM
- Modulation Factor	90-100%
- Duty Factor	40%

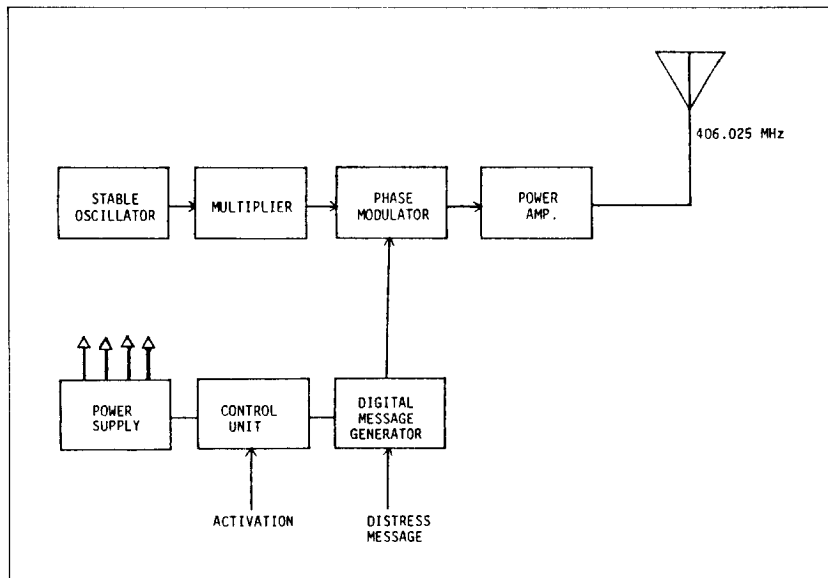
Note: There is no carrier stability specification on ELTs currently in use.

• PERP Peak Effective Radiated Power relative to a monopole mounted on a $\lambda/2$ ground plane.

(표 2.2) ERS 특성표

Parameter	Value
<u>RF Signal</u>	
- Transmitter Power	130 mw Peak
- Transmission Life	48 hours
- Frequency	121.5MHz
- Frequency Tolerance	50 PPM
- Polarization	Linear
<u>Modulation</u>	
- Subcarrier	1000 \pm 300Hz
- Modulation Type	AM
- Modulation Factor	90-100%
- Switch Rate	1-3 Hz

Note: There is carrier frequency shift up to ± 200 Hz When modulation is applied.



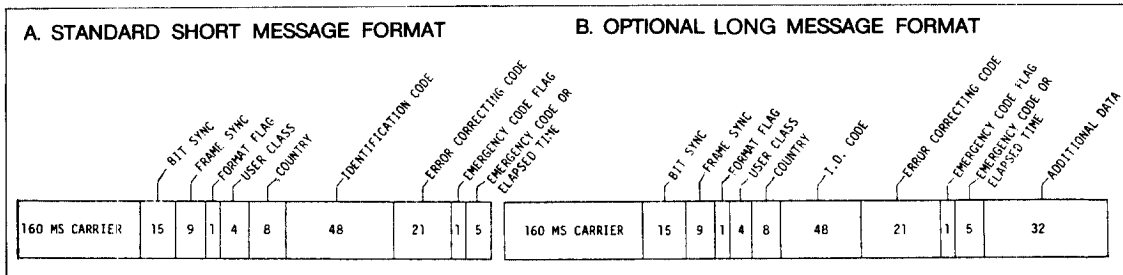
(그림 2.5) 406MHz ELT/EPIRB 계통도

(표 2.3) 406MHz ELT/EPIRB 특성표

Parameter	Value
<u>RF Signal</u>	
- Frequency	406.025 ± 0.001MHz
- Stability	1 Part in 10 ⁹ in 100 msec. 3-5Hz in 15 min. 2 KHz in 5 years
- Phase Jitter	10 ⁹ rms measured in 50 Hz Bandwidth
- Power Output	5W+1dB, -2 dB into 50 ohms
- Spurious	50 dB below 5W in 5MHz Carrier harmonics 30 dB below 5W
- Data Encoding	Bi-Phase L
- Modulation	Phase modulation 1.1 ± 0.1 radians peak referenced to an unmodulated carrier
- Modulation Rise Time	The rise and fall times of the modulation waveforms must be less than 0.25 msec.
<u>Digital Message</u>	
- Repetition Rate	50 sec ± 5%
- Transmission Time	440ms ± 1%(short message); 520ms ± 1%(long message)
- CW Preamble	160ms ± 1%
- Digital Message	280ms ± 1%(short message); 360ms ± 1%(long message)
- Bit Rate	400 Bits/sec ± 5Bits/sec
- Bit Sync	All "Ones" (Fifteen "ones")
- Frame Syne	000101111

Note: Continuous emission in a failure mode shall not exceed 45 seconds

Note: These characteristics apply to the initial COSPAS-SARSAT demonstration and evaluation program. New specifications(documented elsewhere)apply to the operational 406 MHz COSPAS-SARSAT System.



(그림 2.6) 406MHz ELT/EPIRB의 Data Format

2.3 COSPAS-SARSAT segment

2.3.1 Data system과 coverage mode

본 서비스 시스템은 2개 주파수 대역에서 운용되는 ELT/EPIRB의 위치 검출을 위하여 2개의 data system과 2개의 coverage mode가 사용된다.

Repeater data system은 위성에 적재된 중계기로 직접 121.5MHz와 406MHz신호를 LUT로 중계하여 잡음속의 미약한 신호를 추출하고 도플러 정보를 복원시켜 ELT/EPIRB의 위치를 결정하기 위한 특수한 처리를 한다. (406MHz 중계기는 실험용)

Processed data system은 위성에서 406MHz ELT/EPIRB 신호를 수신·검출한 후 위성내에서 doppler shift를 측정하며, ELT/EPIRB 식별 데이터와 상황 데이터를 복구한다. 이 정보들은 디지털 신호로 변환된후 위성의 시계내에 있는 LUT로 실시간 전송됨과 동시에 지연전송을 위하여 위성내에 저장된다.

한편, 2개의 coverage mode는 regional coverage와 global coverage mode로서 regional coverage mode는 위성의 시계내에 ELT/EPIRB와 LUT가 동시에 들어올때의 영역으로서 LUT를 중심으로 하여 직경 약 4,500-5,000km이다. 이

mode에서 regional coverage data는 LUT에서 처리된다.

Global coverage mode는 위성에서 다음 지상국으로 데이터를 재전송할때 까지 위성내에 데이터를 저장하여 전 세계를 커버한다. 그러나 이 mode는 406MHz ELT/EPIRB에 대하여만 동작한다. 이상의 관계를 요약하면 (표2.4)와 같다.

(표 2.4) COSPAS-SARSAT의 운용 모드

	Repeater Data System	Processed Data System
Regional Coverage Mode	121.5MHz 406 MHz	406MHz
Global Coverage Mode		406MHz

2.3.2 COSPAS 시스템

COSPAS 시스템의 계통도는(그림2.7)에 나타내는 바와 같이,

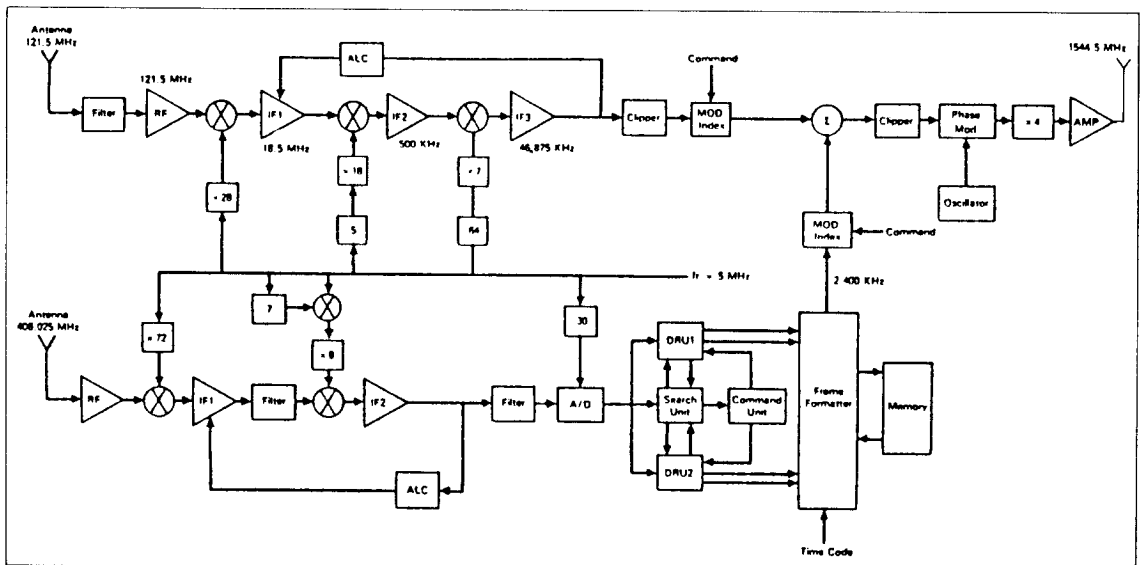
121.5MHz 수신기

406.025MHz 수신기/프로세서

Frame formatter와 Memory unit

1544.5MHz 송신기

로 구성된다.



(그림 2.7) COSPAS 시스템 계통도

121.5MHz 수신기는 3차 변환 수신기로서 IF 주파수 18.5MHz, 500KHz 및 출력 주파수 46.78 KHz 를 얻는다. 1dB IF 대역폭은 25KHz 이며 자동레벨 제어기가 있어 출력 레벨을 일정하게 유지한다.

406.025MHz 수신기/프로세서는 IF 주파수 46MHz, 출력 주파수 311KHz인 2차 변환 수신기로서 IF 대역폭은 24KHz이다. 수신기에는 search & acquisition unit, 두개의 data recovery unit, 주파수 측정 유니트 및 제어 유니트가 포함되어 있다.

SARSAT의 수신기/프로세서와는 달리 수신기 출력 IF는 A/D변환되고 search, acquisition, data recovery 및 주파수 측정은 디지털로 달성된다.

Frame formatter & memory unit는 24Bit인 word 8개를 한 frame으로 하는 형태로 구성한다. 이 frame이 real-time processed data mode에서 전송되고 메모리에도 저장된다. 저장되어 있는 콤멘트에 따라 메모리내의 전체 내용이 real-time data와 동일한 bit rate와 format으로 dump된다. 만일 데이터가 dump되는중에 신호가 수신되면 처리된후 결과 메시지가 저장 데이터에 삽입

된다.

1544.5MHz 송신기는 121.5MHz 수신기와 frame formatter로 부터 신호를 받아 지상국의 콤멘트에 따라 적절한 전력으로 조정되고, 위상 변조후 4채배 하여 1544.4MHz로 만든 다음 4 watt 가 되도록 증폭한후 안테나에 공급된다.

2.3.3 SARSAT 장비

SARSAT 장비의 계통도는 (그림 2.8)에 나타나며 다음 mode에서 운용된다.

121.5/406.05MHz real-time repeater

406.025MHz real-time processed data

406.025MHz global data storage.

또한, 계통도에서 보는바와 같이,

121.5MHz/406.05MHz 수신기

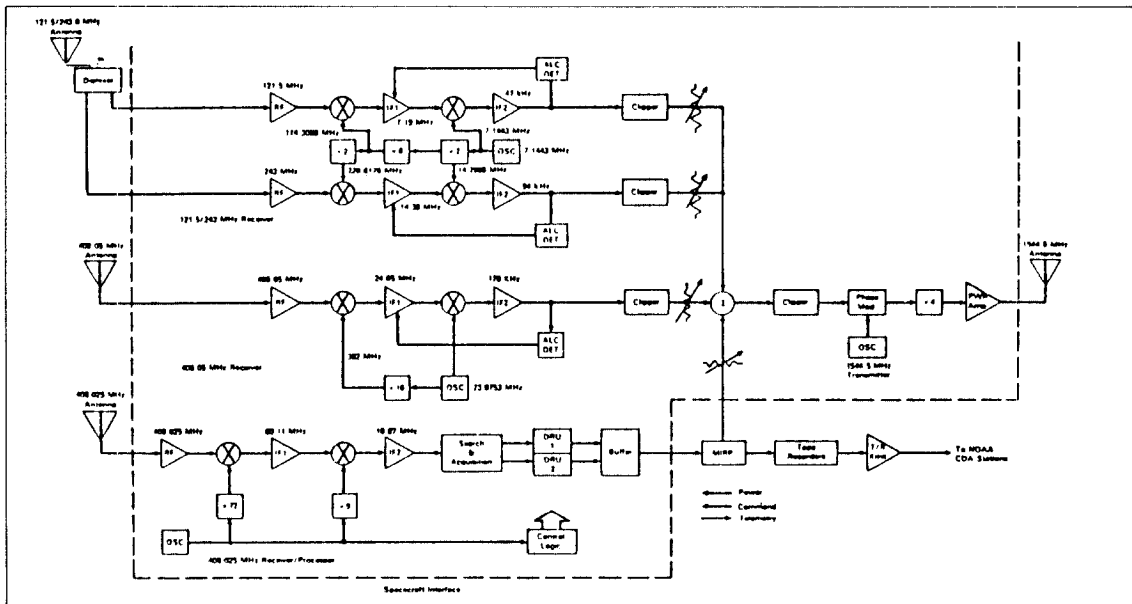
406.025MHz 수신기/프로세서

Manipulated Information Rate Processor (MIRP)

1544.5MHz 송신기

로 구성된다.

121.5/406.05MHz 수신기는 IF 대역폭이 각각 25KHz와 80KHz이며 ALC에 의해 출력 레벨이 $\pm 0.5\text{dB}$ 로 유지된다. Clipper는,



(그림 2.8) SARSAT 계통도

ALC회로가 transient condition일때 preset 레벨을 초과하여 변조지수가 커지는 것을 막기 위한 것이다. 수신기에서 송신기의 위상변조기로 가는 출력은 telemetry command에 의해 여러가지 단계로 조정할 수 있다.

406.025 수신기/프로세서는 1차 IF 60.11MHz, 2차 IF 16.87MHz인 고정이득의 선형 수신기이다. 이 수신기의 출력은 프로세서의 signal acquisition 유니트로 공급되고 신호가 검출되면 control logic에 의해 신호를 data recovery 유니트(phase-locked loop)로 공급하며 carrier lock, bit와 word 동기, 데이터 복조 및 도플러 주파수 측정 기능을 갖는다.

Manipulated information rate processor(MIRP) 유니트는 NOAA 위성의 일부이며, 기상 데이터와 406MHz SAR 데이터를 취급하기 위한 것으로서 406.025MHz 수신기/프로세서에서 입력되는 데이터를 실시간 downlink format에 적합하도록 format 시켜 1544.5MHz 송신기로 공급함과 동시에 NOAA 지상국에서 나중에 playback 해 볼 수 있도록 위성의 tape recorder에 기록한다.

1544MHz 송신기는 121.5MHz 수신기와 406.0MHz 수신기 및 MIRP로 부터의 입력신호를 반송파 주파수 1544.5MHz 인 위상변조신호를 8 watt로 증폭하여 안테나에 공급한다.

2.4 Ground Segment

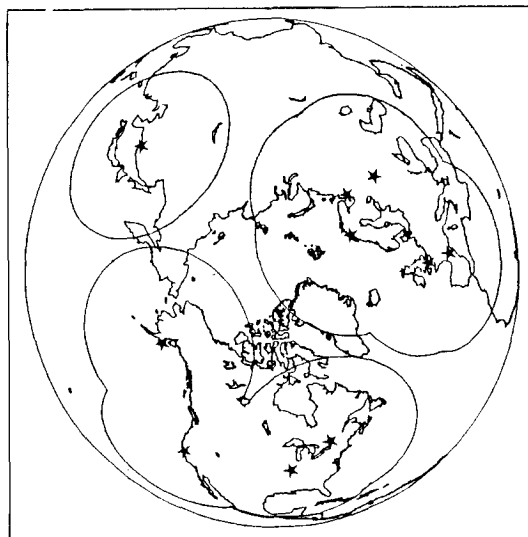
2.4.1 Local User Terminal(LUT)

COSPAS-SARSAT 참여국의 각 LUT는 국가 요구조건에 따라 그 형태와 사양이 다르나, COSPAS-SARSAT 위성의 다운링크 신호의 format은 여러위성과 LUT간에 상호 운용토록 통일되어 있다.

(그림 2.9)는 현재 운용되고 있는 LUT의 Coverage를 나타내며 다음에 위치하고 있다.

- 캐 나 다 : 1 Ottawa
- 프 랑 스 : 2 Toulouse
- 노르웨이 : 3 Tromsø
- 영 국 : 4 Lasham

- 미 국 : 5 Kodiak
- 6 San Francisco
- 7 St. Louis
- 소 련 : 8 Moscow
- 9 Arkhangelsk
- 10 Vladivostok



(그림 2.9) 현행 LUT의 Coverage

대표적인 SARSAT LUT의 계통도를 (그림 2.10)에 나타낸다. 안테나와 수신기를 거친 신호는 down-converter에서 IF 주파수로 변환되며, Linear demodulator에서는 복합된 베이스밴드 스펙트럼을 발생시키고, 필터링되어 여러 밴드로 분리된다.

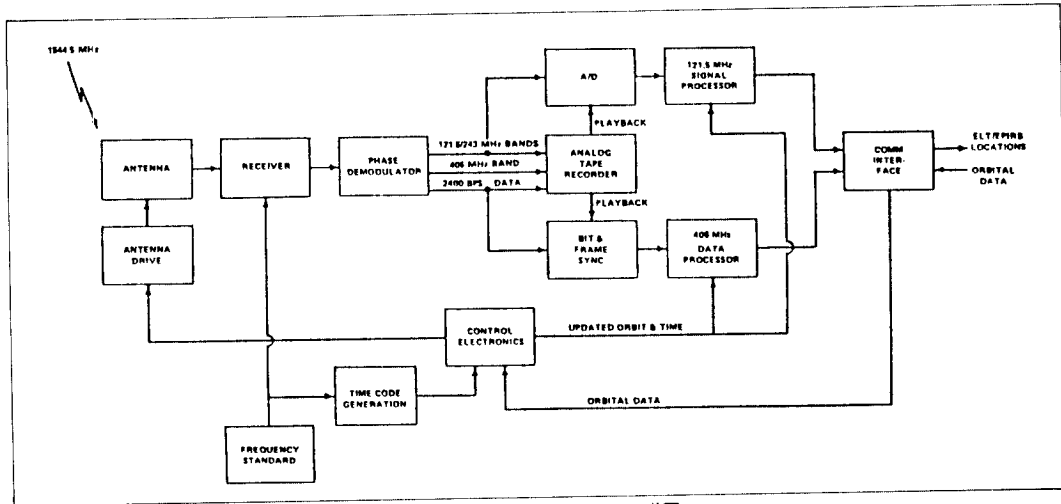
신호가 수신된후 여러밴드 각각의 처리는 LUT의 능력에 따라 다르다. 아날로그 테이프 기록기는 프로세서 장애시의 back-up기능을 갖는다. 121.5/243MHz 데이터는 위성이 통과하는중에 각각 처리되고 위성 통과후 평균 30분내에 위치 정보를 제공한다. 2400 bps, 406MHz pre-processed data의 처리시간은 각 시스템의 설계 성능에 따라 상이하다.

위치 확도를 개선하기 위한 orbit correction updata는 두가지 방법이 사용된다. 하나는 downlink carrier를 추적하여 LUT위치를 기준한 도플러 신호를 이용하는 방법이고 다른 방법은

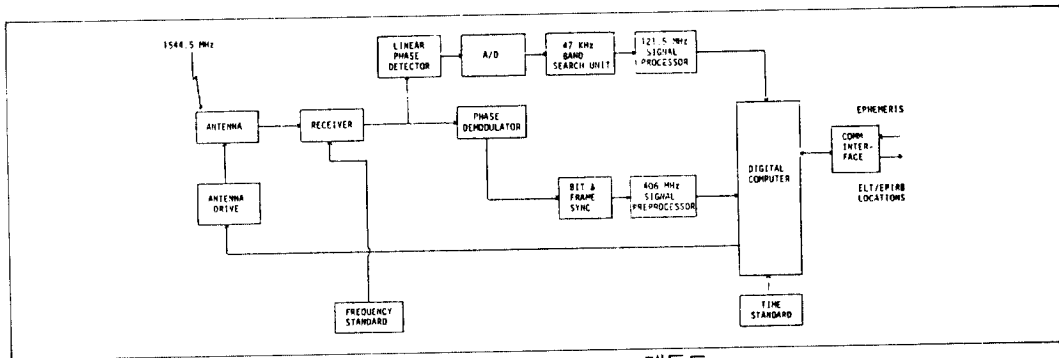
정확한 위치를 알고 있는 local 406MHz calibration platform을 이용한다. (그림 2.11)은 COSPAS-AS의 계통도이다. 위상복조기 출력은 둘로 나

타 협조.

COSPAS Mission Center(CMC)는 모든 COSPAS 위성의 조정과 SARSAT 시스템과의 상호



(그림 2.10) SARSAT LUT 계통도



(그림 2.11) COSPAS LUT 계통도

누어져 하나는 bit와 frame 동기로 다른 하나는 A/D 변환기로 공급되고 47MHz 대역의 신호는 디지털 처리된다.

2.5 Mission Control Center(MCC)

MCC는 COSPAS 참여국마다 설치되어 다음 기능을 수행한다.

- 조난 및 시스템 운용 데이터(Orbit update, calibration data, spacecraft status)의 교환

- LUT로 부터 조난위치 데이터의 수신과 구조 센터로의 배분을 포함하는 각국의 LUT 운용의 조정

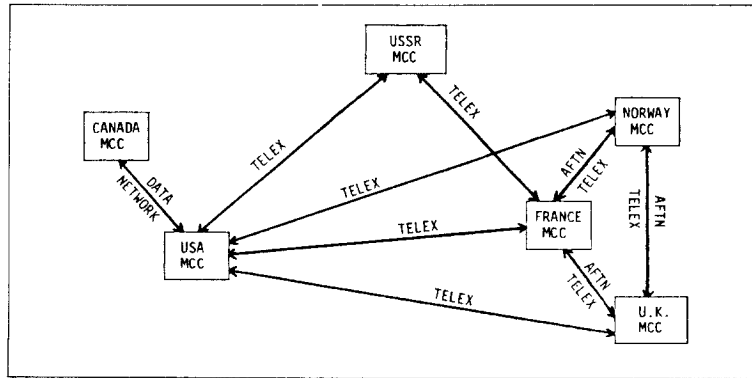
- COSPAS-SARSAT 시스템간에 필요한 기

작용을 위하여 SARSAT MCC를 통한 링크 제공의 책임이 있다. CMC에서는 소련의 LUT와 SARSAT center로부터 조난정보를 받아, 처리한후 유저에게 제공하며 또한 소련측 위성의 위치추산력(ephemeris)데이터를 계산하여 SARSAT MCC와 소련의 LUT에 제공하고 USMCC에서 소련 LUT로 가는 시간교정 데이터, SARSAT 위성 위치추산력을 수신 처리한다.

북미에 있는 USMCC에서는 NOAA 지상국에서 얻는 데이터로부터 406MHz 위치계산, 위성 위치추산력 제공, 시간교정 데이터의 처리등을 한다.

COSPAS-SARSAT 시스템 MCC간의 통신은 (그림 2.12)와 같이 디지털망, 텔렉스 및 항공고정통신망(AFTN)으로 구성되어 다음 정보를 교환한다.

(1) 121.5MHz 조난경보와 위치 데이터



(그림 2.12) MCC 통신망

- (2) 406MHz 실험용 위치 데이터
- (3) 위성상태 정보
- (4) 위성 위치추산 데이터
- (5) SARSAT 406MHz 프로세서의 시간 및 주파수 교정정보

적 안테나가 사용되고 있고 LUT의 기능으로는 궤도결정, 안테나 조정, 신호처리, 데이터의 저장과 재생, 경보 메시지 통신, time of day update, 가청·가시 디스플레이 및 상황과 경보의 감시이다.

수신 및 처리 주파수는 121.5MHz, 243MHz 및 406.1MHz이며, 경보 메시지는 구조 본부로 컴퓨터 전송된다.

3.2 성능 및 사양

현재 미국, 프랑스, 캐나다에서 운용되고 있는 LUT의 주요 성능 및 사양을 (표 3.1)과 (표 3.2)에 나타낸다.

(표 3.1) LUT의 성능

	121.5 MHz	243MHz	406MHz
Nominal Location Accuracy	7-15Km	7-15Km	2-5Km
Minimum S/No(Coherent ELTs)	23dBHz	23dBHz	39dBHz
No. of Simultaneous ELTs/pass	10	10	50
Processing Time	20min	20min	5min

3. LUT의 구성

LUT는 SARSAT/COSPAS 위성에서 보내오는 신호를 수신·처리하는 지상국으로서 데이터를 처리하기 위한 제반 장비가 설치된다. 현재 캐나다, 프랑스 및 미국에 설치되어 있는 시설에 대하여 기술한다.

3.1 기능

안테나는 컴퓨터 콘트롤되는 직경 3미터의 추

(표 3.2) LUT의 주요 사양

item	spec
Antenna	3m(10ft) diameter fully tracking servo controlled, program track standard, auto track optional.
Downlink	1544.5MHz, Phase Modulation
Bandwidth	SARSAT-210KHz, COSPAS-60KHz
Data Channels	SARSAT-121.5MHz, 243MHz, analog 406.1MHz, digital 406.1MHz, COSPAS-121.5MHz, digital 406.1MHz

Orbit Tracking	Downlink frequency measurement 0.5Hz RMS, Time Tag ± 10 ms, 406.1MHz orbitography beacons optional
Record	Capacity 14 orbits Auto rewind
Time	IRIG B input, Satellite receiver in Western Hemisphere
Alert Message	Computer Modem via telephone line to remote terminal or second computer, telex modem
Audio Monitor	Tunable audio receiver, variable bandwidth with demodulator for voice and signal monitoring, cassette recorder.
Visual Monitor	Spectrum analyzer with audio tuning marker.
Status and Alarm	Environmental monitor for windspeed, internal and external temperature, computer status and antenna cable wrap, extendable to other functions.
Testing	End-to-end auto self test, software diagnostics
Displays	CRT-alphanumerics and graphics, Printer-180 char/sec with CRT screen dump mode for graphics.

4. 결 론

이상에서 검토한 바와 같이 COSPAS-SARSAT 시스템은 유용한 조난구조 시스템으로서 Investigator로 참여하기 위하여는 LUT 설비가 요구된다.

LUT 설비는 직경 3미터 정도의 추적 안테나, 1544.5MHz 수신기(PM), 121.5/406MHz processor, 신호처리 및 제어용 컴퓨터, monitoring 및 경보장치 등으로 구성할 수 있으며, 이들 장비는 이미 상용화되어 있어 시설 도입에 큰 문제점은 없을 것으로 사료된다. 또한 이동용 shelter(약 2.5×2.5×9m)에 상기 장비를 시설할

수도 있으므로 설치장소 확보에도 큰 제한이 없다.

본 시스템을 운용하기 위하여는 관련기관간에 구조본부 설치와 운용에 대한 협의가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

參考文獻

1. COSPAS-SARSAT project report 1985
2. COSPAS-SARSAT project report 1986
3. T. CHUNG; C.R. CARTER, Basic Concepts in the processing of SARSAT signals
IEEE VOL AES 23, No2, March 1987