

INMARSAT-C 방식의 선박용 위성통신단말기 개발에 관한 연구

배 정 철* · 홍 창 회**

A study on development of Inmarsat-C type satellite communication terminal

Jeong-Chul Bae · Tchang-Hee Hong***

<목 차>

Abstract

1. 서론

2. 시스템의 개요

2.1 통신시스템의 구성

2.2 Inmarsat-C 통신채널

2.3 Inmarsat-C service

3. Inmarsat-C 하드웨어

3.1 설계사양

3.2 Inmarsat-C 하드웨어

4. Inmarsat-C 소프트웨어

5. 결론

참고문헌

Abstract

This is the first report about the development of INMARSAT-C Satellite communication terminal. We analyze the existing Inmarsat-C terminal and examine each rules(IMO rule, domestic rules) about terminal. With that result, we design the basic hardware and software of terminal. This report consists of ;

- 1) the contents of the overall of operating situation and resources of INMARSAT-C system as like operation of communication system, communication channels and services
- 2) the contents of the specification of Inmarsat-C terminal hardware and software and the rules of IMO and Type approval
- 3) the design of basic hardware and reserch of signal modulation/demodulation using Viterbi algorithm
- 4) the design of software algorithms and functions focused in korean situations

* 삼양무선공업(주) 부설 선박자동화연구소

** 한국해양대학교 전자통신공학과

1. 서론

범 세계적인 해상 조난 안전 시스템(GMDSS)에 있어서 위성통신의 이용은 신뢰할 수 있는 통신망을 확립하여 해상에서의 안전성을 증진시킬수 있다는 측면에서 중요하다. Inmarsat-C시스템은 위성구간에 있어서 600BPS의 저속데이터를 전송하는 것으로 INMARSAT-C국 혹은 해안지구국에서 데이터를 일단 축적하고 나서 전송하는 Store and Forward 방식으로 회선효율을 증가시켰으며 무지향성 안테나를 이용한다는 점과 단말기구성이 간단해지는 이점으로 말미암아 1988 SOLAS(GMDSS : Global Maritime Distress and Safety System ; 전해상조난구조시스템)개정시 법적의무비치장비로 규정되어 해상에서의 조난과 구조에 사용되고 있다. 그러나 INMARSAT-C 단말기의 탑재가 의무화됨으로써 수요가 증대됨에도 아직까지 국내에서는 단말기가 개발되지 못하고 있는 실정이다. 이 연구의 목적은 개발후 본선에 탑재하여 이용할 수 있는 단말기를 개발하여 OCC(Operational Control Center)에 검정을 필하는데 필요한 각종규정(IMO 규정, 국내규정)을 검토하여 설계사양을 결정하였고 하드웨어와 소프트웨어의 설계를 마쳤다. 특히 한글처리 가능한 소프트웨어를 내장한 국산형 단말기개발이라는점에서 앞으로의 상용화가 기대된다.

2. 시스템의 개요

2.1 통신 시스템의 구성

INMARSAT-C 통신시스템은 <그림1>과 같이 Space Segment, Ground Segment와 SMES,LMES, AMES로 이루어져 있다. Space Segment는 위성과 그와 연관된 지원시설을 포함하는 것으로 Inmarsat에서 책임을 지고 있고 대서양 지역(WEST), 대서양지역(EAST), 인도양 지역, 태평양 지역의 4개 지역을 커버하는 위성이 있다. 이들 4개지역 위성의 이용은 런던에 있는 Inmarsat Network Control Center(NCC)에 의해서 적절하게 조정되어 사용된다. Ground Segment는 LESs(Land Earth Station),

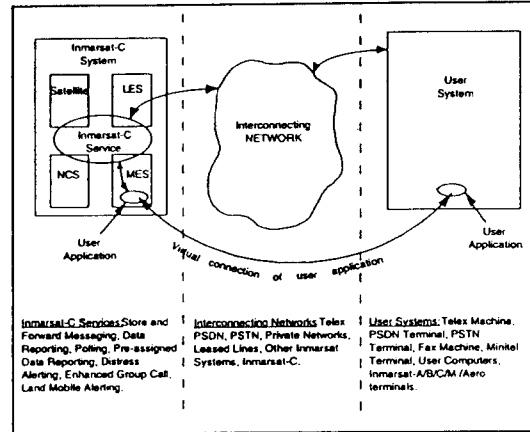


Fig. 1 Inmarsat-C Communication System

NCS(Network Coordination Stations), 그리고 NOC (Network Operation Center)가 있다. NCS는 통신 트래픽과 신호채널같은 위성자원의 할당을 관리하는 지구국으로 그 Ocean Area내의 MES와 LES사이의 통신에 관련된 모든 사항을 관리한다. LESs는 해당지역내의 국내/국제 통신망과 선박의 MESs 사이의 통로로써 모든 LESs는 이들 통신망과 적당한 interfaces를 이루어 데이터전송, EGC message, 해양조난정보 등의 기능 등을 제공한다. NOC는 런던에 있는 Inmarsat 본부내에 위치하고 NCSs와 통신을하여 Inmarsat-네트워크 전체를 관리한다. MESs는 선박용, 육상용, 항공기용이 있다. MES는 DTE와 DCE로 구성된다. DCE는 안테나를 통하여 수신된 정보를 가공하여 DTE를 통하여 사용자가 볼수 있도록 해주고 사용자가 DTE에서 보낸 정보를 가공하여 안테나를 통하여 내보내 위성을 경유하여 원하는 목적지에 보내는 역할을 한다.

2.2 Inmarsat-C 통신채널

<그림2>는 NCSs, LESs와 MES사이의 통신채널이 나타나 있다. Inmarsat-C시스템의 통신채널에는 NCS Common Channel, LES TDM Channel, Message Channel, Signalling Channel, NCS-NCS와 NCS-LES Signalling Channel등이 있다.

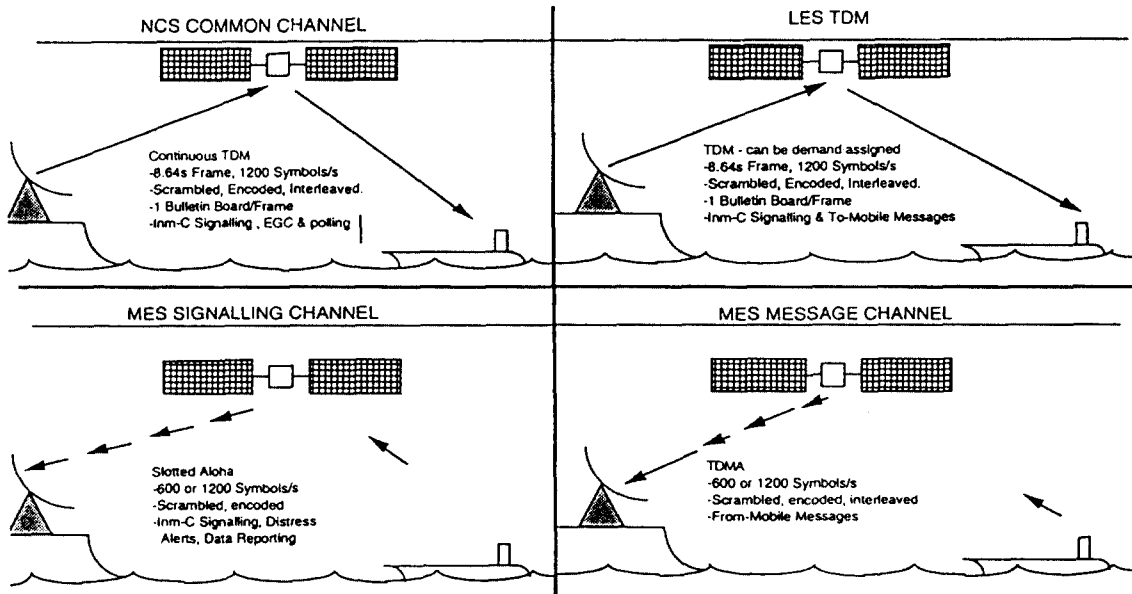


Fig. 2 Inmarsat-C Channels

(1) NCS Common Channel은 8.64초의 프레임 길이를 갖는 Time Division Multiplex (TDM) 채널로 이 신호는 NCS에 의하여 지속적으로 송신되는 신호로써 MESs가 그 대양지역에 로긴될 때 이 채널에 동기를 이루고 있어야 한다. 이 채널의 기능은 MESs로 전송하려는 메시지가 있음을 알리는 것과 MESs에서 육상으로 전송이 완료되었음을 확인하는 기능, polling, 타이밍의 기준, EGC 메시지 전송 등이 있다.

(2) LES TDM 채널은 NCS Common Channel과 동일한 프레임 구조를 갖는다. 이 채널은 MES와의 통신채널을 설정하여 MESs의 Signalling Channel, Message Channel의 호출설정 신호를 제어하고 메시지를 전송하는 역할을 한다.

(3) Message 채널은 LESs로 메시지를 전송하기 위하여 사용한다. 이때 Signalling 채널이 호출을 설정하기 위하여 사용되지만 메시지 전송은 LES에 의하여 설정된 Message 채널에서 이루어진다. 이때 채널의 설정은 TDMA 기반하에 설정되고 목적지 LES는 전송을 기다리고 있는 MES에게 전송할 시작시간을 알려준다. 일단 전송이 이루어

지면 전송이 중단되는일이 없이 한꺼번에 이루어지고 전송이 끝난후 LES가 에러난 데이터를 받았다면 에러난 패킷을 한 번 더 전송하도록 MESs에게 지시한다. 에러없이 데이터가 수신되는 것을 보장하기 위하여 full ARQ가 제공된다.

(4) Signalling Channel은 MESs에서 사용되며 LESs와 NCSs에게 Signalling packets과 짧은 메시지를 전송하기 위하여 사용된다. 이들 채널은 hybrid slotted ALOHA mode와 Reserved Access mode에서 동작하며 Slot의 충돌을 최소화하기 위하여 TDM상의 각 프레임의 Signalling channel Descriptor패킷내에 이전에 보낸 slot의 수신성공 여부를 나타낸다. Slot 타이밍은 8.64S의 TDM 프레임에 기반을 두고 1세대 위성은 600 symbol/Sec로 2세대 위성은 1200 symbol/Sec로 전송된다. 이 채널에는 ARQ기능이 제공되지 않는다.

(5) NCS-NCS Signalling Channel은 자신의 유효범위내에 있는 동작중인 MESs들에 대한 정보를 서로 교환하기 위한 것으로 육상망을 통하여 채널이 이루어진다.

(6) NCS-LES Signalling Link는 Inmarsat-C서비

스를 제공하는 모든 LESs와 NCS사이에 Interstation Signalling Link를 가지고 있으며 이 것은 NCS가 네트워크상의 채널을 관리하기위하여 사용되고 LES에서 MES로 가는 Signalling 정보나 EGC 메시지, 조난신호의 수신등이 이 Link를 통하여 이루어진다.

2.3 Inmarsat-C service

모든 LESs는 데이터의 저장과 텔렉스 네트워크 상호간의 데이터 전송을 지원하며 그룹호출이나 조난경보등을 지원하고 기타 다른 service는 LES operator의 자유재량으로 공급될 수 있다.

(1) Store and Forward Data and Messaging은 데이터나 메시지를 저장하였다가 전송하는 서비스는 MES와 위성을 사용하는 사용자들에게 신뢰할 만한 서비스 방법이다. MES로부터 생성된 메시지는 위성을 경유하여 packets 형태로 고정된 육상지구국(LES)에 전송된다. LES에서의 packet은 그들의 궁극적인 목표에 도달되기전에 재조합된다. LES는 sender(예로써 telex, data 또는 전자메일)에 의해서 지정된 형태로 정보를 전송한다.

(2) Distress Alerting은 MES 운용자는 해상에서 긴급한 상황이 발생할 경우에 조난 경보를 전송할 수 있다. LES는 조난경보가 수신되면 송신한 MES를 즉시 확인하여 자동 또는 수동으로 위치 정보를 얻어내어 조치를 취한다.

(3) Enhanced Group Calls (EGC) Service는 Inmarsat-C 통신 System내에서의 메시지 방송 서비스이다. EGC 메시지는 telex, X.400 전자메일등과 같은 terrestrial facilities를 사용하는 LESs에 보내진다. message는 LES에서 NCS를 경유하여 MESs에게로 보내진다. 전체 해양지역에 대한 LES message는 NCS에서 NCS Common Channel상의 전송을 위해 순서가 정해지고 계획되어진다. Receiver addressing은 이러한 기초상에서 실행된다.

(4) Data Reporting 서비스는 signaling channel을 사용하여 적은 양의 데이터를 보내기위해 사용되는 것으로 정해진 시간에 자동으로 현재의 위치나 기타 정보를 전송한다.

(5) Polling 서비스는 많은 양의 데이터를 전송하기위해 message channel을 사용하며 데이터 전송을 위해서 특별한 명령을 사용한다. polling command는 MES가 응답하는 방법과 시기를 말하고 또한 code화된 text message 또는 256 문자(최대 packet길이는 300bytes)에 이르는 IA5 형식의 text를 포함할 수 있다. 모든 polling packet은 poll을 인식하는 data reports를 가지고 응답하는 모든 addressed MESs에 대한 구조를 포함할 수 있다. 여기에는 individual poll, group poll, area poll의 3가지 형태가 있다.

3. INMARSAT-C 하드웨어

3.1 설계사양

(1) IMO 규정

(가) 주파수

송신주파수 : 1626.5~1646.5MHz

수신주파수 : 1530.0~1545.0MHz

(나) 채널 : 페이지징 5kHz

(다) 안테나 : 무지향성 안테나(동요보상 없음)

(라) 등가등쪽 방사전력 : $14 \pm 2\text{dBW}$ (양각 5도)

(마) 성능지수 : -23dB/K 이상(양각 5도)

(바) 변조 레이트

(제 1 세대 위성) 600 baud - BPSK

(제 2 세대 위성) 1200 baud - BPSK

(사) 부호화 방식 :

인터리브부 입력 부호($R = \frac{1}{2}$, $K = 7$)

(아) 데이터 레이트

(제 1세대 위성) 300bit/S

(제 2세대 위성) 600bit/S

(자) 환경조건(EME : 실외기기, IME : 실내기기)

• 주위온도 : $-35 \sim +55^\circ\text{C}$ (EME) ; $0 \sim +45^\circ\text{C}$

• 상습온도 : 최대 95% (온도 40°C 에서)

• 결빙 : 최대 25mm(EME)

• 강수량 : 최대 100mm/시간(EME)

• 풍속 : 최대 100노트(EME)

• 태양복사-최대 플락스 밀도 1200W

• 입력전원변동

AC-주파수 : $\pm 6\%$, 전압 : $\pm 10\%$
 DC-전압 : $+10\%$, -20%
 축전지 전압 : $+35\%$ (충전시), -20% (방전시)

• 진동

주파수(Hz) 레벨(level)
 2 ~ 10 최대 진폭 2.54mm
 10 ~ 100 최대 가속도 1.0g
 IME만으로는 다음과 같은 레벨을 적용할 수 있다.

2 ~ 15.8 최대 진폭 1.00mm
 15.8 ~ 100 최대 가속도 1.0g

• 안테나 경사 -

수평으로부터 최대 경사각 20도
 (위성 양각 5도 이상으로)

• 가속도 - 최대 탄젠트 혹은 선형 가속도 1.2g

• 속도 - 최대속도 60노트(110km/시)

(2) 형식승인규정

(가) 시스템

- 안테나 : 무지향성, RHCP
- 주파수대역 : TX 1626.5 - 1646.5MHz
 RX 1530.0 - 1545.0MHz
- 기본기능 : 2-Way Message Transfer
- Test 및 진단기능 : Inmarsat 국제인정규격만족, Self Monitoring 기능
- Interface : RS-232C, NMEA0183

(나) 전송특성

- 전송속도 : 1200 Symbols/sec
- Message 전송방식 : TDMA
- 채널 Access방식 : Slotted ALOHA
- 채널간격 : 5KHz
- 변복조방식 : Unfiltered BPSK
- Coding 방식 : Convolution Coding $R=1/2$, $K=7$

(다) RF/IF

- 수신성능지표(G/T)
 more than $-23-1.5\sin(\theta-5)\text{dB}/^\circ\text{K}$
 $(+5^\circ \leq \theta \leq +90^\circ)$
 more than $-27-4\cos(4.5(\theta-5))\text{dB}/^\circ\text{K}$
 $(-1.5^\circ \leq \theta \leq +5^\circ)$

• 실효복사전력(EIRP)

Minimum Profile

more than $12-1.5\sin(\theta-5)\text{dBW}$
 $(+5^\circ \leq \theta \leq +90^\circ)$

more than $8+4\cos(4.5(\theta-5))\text{dBW}$
 $(-1.5^\circ \leq \theta \leq +5^\circ)$

Maximum Profile

less than 16dBW

• Phase Noise ;

-40dBc at 10Hz Freq Offset

-70dBc at 100Hz Freq Offset

-75dBc at 10KHz Freq Offset

-95dBc at 100KHz Freq Offset

• 송신주파수 안정도

수신TDM Carrier를 기준으로 송신주파수의 $\pm 150\text{Hz}$ 이내유지

(라) S/W

• TDMA Synchronization

TX On time : $T_k(M) = 300 + 208M + 370(k-1) \pm 1$ TDM Symbol Time

여기서 M은 Signalling Channel 수

K는 k번째 Slot

Burst Length : $T_b = 316-0.25/+1$

TDM Symbol Time

• S/W기능만족도

Log in

Performance Verification Testing

Shore-to-Ship Message Transfer

Off-line Operation, Forced Clearing

Distress Alert transmisson

Distress Priority Message Transfer

Log out, EGC

Data Reporting, Automatic Polling

3.2 INMARSAT-C 하드웨어

INMARSAT-C 단말기는 DCE, DTE, 프린터등으로 구성된다. DCE는 실외기기(External Mounted Equipment)부분과 실내기기(Internal Mounted Equipment)부분으로 구성된다.

(1) EME

EME 부분은 안테나와 Duplexer, HPA, 그리고 LNA가 포함되는 RF컨버터와 기타 주변회로로 구성된다. Duplexer는 송/수신 주파수 밴드를 가지고 있는 두개의 Band-Pass필터로 구성된다. 이들은 안테나 port에서 각 각 분리된다. LNA(Low Noise Amplifier)는 4단 RF증폭기와 바이어스 회로로 구성된다. RF증폭기는 Low Noise GaAs FET를 사용하여 1.3dB이거나 적게 증폭한다. Duplexer로 부터 수신신호는 LNA의 RF IN에 연결된다. HPA (High Power Amplifier)는 5단 RF전력 증폭기와 바이어스 회로로 구성된다. EIRP(12dBW)의 규정을 만족시키기 위해서 HPA는 -35℃에서 +55℃의 온도범위하에서 ±1.0dB의 출력 안정도를 가져야 한다.

(2) IME

IME는 DCE부분으로 트랜시버(tranceiver)라고도 하며 터미널에서 사용자가 보내는 메시지나 데이터를 변조하여 안테나를 통해서 송신하고, 안테나에서 수신되는 신호를 복조하여 터미널의 사용자에게 전달하는 기능을 한다. 여기에는 RF 유닛과 인터페이스 유닛, DEMODULATOR 그리고 프로세서 부분으로 구성되고 RF유닛은 Reference oscillator, synthesizer, receive frequency converter, modulator, transmit amplifier등으로 구성된다.

Reference Oscillators는 고정도의 기준 주파수를 만들어내는데 이 기준 주파수는 synthesizer의 reference 주파수로 사용된다. Synthesizer는 두개의 주파수 synthesizer로 구성되어 있고, Mixer는 변조기와 복조기를 위해 로컬 주파수를 만들어낸다. Receive Frequency Converter회로는 EME의 LNA로 부터 신호를 수신하여 로컬 신호에 의해 IF신호로 변환한다. 여기에는 Carrier Recovery와 Demodulation, Clock Recovery, Soft Decision 부분이 포함된다.

Modulator & Transmit Amplifier는 BPSK(Binary Phase Shift Keying)복조기이다. 송신 증폭기는 변조기의 출력을 증폭하고 HPA에 보낸다. BPSK변조기에서 CPU로 부터 데이터를 보내는 것은

synthesizer로 부터의 캐리어의 복조신호이다. Demodulator는 100.8MHz BPSK 변조된 신호를 복조하여 1200bps의 신호를 만들어 낸다. 이 신호는 다시 deinterleave되고 decode된 다음 descramble을 거쳐 프로세서보드에 들어간다. 인터페이스유닛은 A/D, D/A 컨버터와 26핀 컨넥터로 구성된다. A/D 컨버터의 경우 MES터미널의 다양한 아날로그 정보는 터미널이나 채널의 상태를 통지하기 위하여 프로세서보드로 보내진다. D/A컨버터의 경우 reference oscillator의 조율 전압이 만들어진다. 이것을 제외하면 프로세서보드에서 나오는 많은 제어신호와 H/W로 부터의 상태정보는 컨넥터를 통하여 연결된다. CPU보드는 MPU, ROM, RAM, RTC, SCC, I/O, MODEM, DECODER블럭등으로 구성된다.

RTC는 시스템과 메시지의 관리를 위해 정확한 시간을 제공하며 SCC블럭은 PC나 NMEA0183을 지원하는 외부장비와 통신하기 위한 부분으로 송신신호와 TDMA채널을 통하는 메시지 패킷을 위한 CLOCK을 만들어낸다. I/O블럭은 PRINTER나 전면의 LED나 비상 스위치를 제어하는 부분이다. MODEM블럭은 MODEM제어 신호를 만들고 복조된 데이터를 수신한다. DECODER블럭은 주로 MODEM에서 생성된 데이터를 디코드한다.

전형적인 INMARSAT-C MES의 블럭 다이어그램은 <그림 3>와 같다.

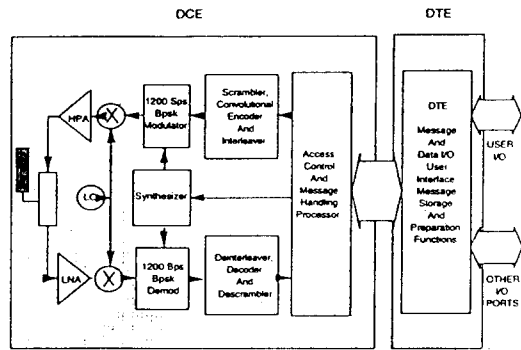


Fig. 3 MESs Block diagram

4. INMARSAT-C 소프트웨어

INMARSAT-C의 소프트웨어 부분은 DCE와 DTE의 두 부분이다. DCE 소프트웨어는 하드웨어를 직접제어하는 Kernel부분과 정해진 프로토콜에 따라 수신된 또는 송신될 데이터를 처리하고 여러채널을 다루는 Protocol Process Control, 그리고 주변의 DTE, 모뎀, 프린터등과 같은 외부장치를 제어하기 위한 Peripheral Devices Control의 세 부분으로 구성되고 DTE 단말기 소프트웨어 부분은 사용자와 직접 연결된 부분으로 실제로 사용자가 메시지를 송신하기 위해 메시지를 작성하는 부분이나, 수신된 메시지를 보기위한 부분, DCE가 동작하고 있는 현재의 상황을 표시하는 등의 시스템 운용부분이 있다. 소프트웨어에서 중요한 부분은 한글을 자유롭게 사용할수 있는 환경과 이진데이터를 전송할수 있는 기능 그리고 선박관리프로그램과 연계되어 사용할 수있는 기능을 추가하는 것이다. <그림 4>은 DCE 소프트웨어부분의 간략한 블럭도이고 <그림 5>는 DTE부분의 블럭도이다.

5. 결론

당해년도 연구를 수행한 결과 INMARSAT 시스템(Satellite, LES, NCS, MES)을 완벽하게 파악할 수 있었고, MES용 STANDARD-C 단말기를 상품화할수 있는 모든 설계가 구체화되었다.

각 부분별 요구되는 기능을 파악하여 가장 경제적인 설계가 되도록 노력하였으며 구입된 견본과 비교하여 뒤떨어지지 않음을 각 부분 평가를 통해 확인하였다.

2차 년도에는 부족한 계측기를 보완하여 각 부분 제작 및 평가를 겸하면서 시스템 구성을 완료할 계획이다. 특히 당해 연구에서 가장 한국실정에 적합한 소프트웨어 구성에 많은 인력을 투입하였다. 특히 편리한 한글 메뉴및 한글 정보처리는 획기적인 것이라 할 수 있다. 지속적인 연구를 수행하면서 하드웨어와의 접목및 이용자로부터의 검증을 통하여 수정보완을 계속해 나갈 것이다.

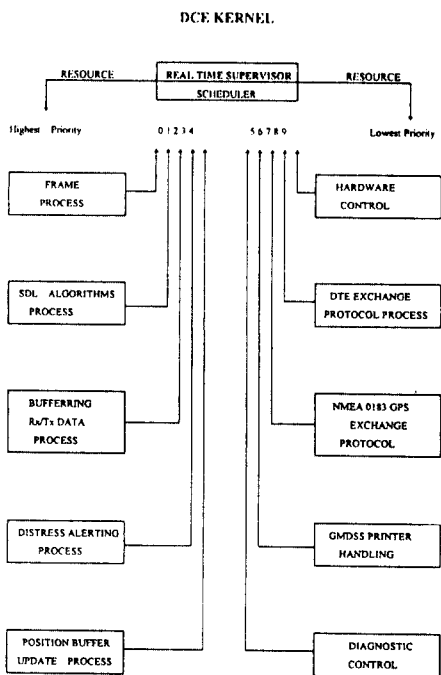


Fig. 4 DCE software Block diagram

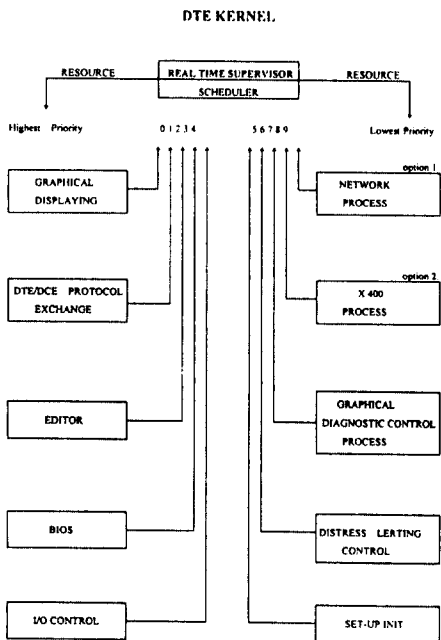


Fig. 5 DTE software Block diagram

참 고 문 헌

1. INMARSAT, Inmarsat-C System Definition, Vol.1,2,3,4,5
2. INMARSAT, Inmarsat Maritime Communications Handbook Issue 2
3. GMDSS HANDBOOK, Part 3, Annex 4, Annex 2-9, Annex 3-4-2