

搜索·救助用 Radar Transponder 開發에 關한 研究

임 종 근¹⁾, 김 기 문²⁾

A Study on Development of Search and Rescue Radar Transponder

Chong-Kun Lim, Ki-Moon Kim

Abstract

GMDSS (The Global Maritime Distress and Safety System), has been developed by International Maritime Organization(IMO), Which is utilizing recently developed satellite communications and positioning system, digital communication system, computer and microelectronics technology, etc.

This system took effect on February 1st 1992 according to the 1988 SOLAS Amendments and, after some more complementaly measures are added, will be fully operational by February 1st 1999.

The basic concept of GMDSS is that search and rescue authorities ashore as well as ships in the immediate vicinity of the ship in distress, will be rapidly alerted to a distress incident so that they can assist in co-ordinated SAR operation with the minimum delay.

Search and rescue radar transponder(SARTs) are the main means in the GMDSS for locating ships in distress or their survival craft, and their carriage on board ships is mandatory.

- 1) 한국해양대학교 전자통신공학과 석사과정 신태룡선사시스템 전공
- 2) 한국해양대학교 전자통신공학과 교수

The SART operates in 9 GHz frequency band and generates a series of response signals on being interrogated by any ordinary 9 GHz shipborne radar or suitable airborne radar.

In the thesis, this study focus on SART system's design, manufacture of each part of circuit to develop an advanced SART and configuration to test the characteristics in many way.

The result of the study, suggested that the developed SART could be high possibility of market production.

1. 서론

국제해사기구(International Maritime Organization : IMO)는 현재 해상에 있어서 인명 안전에 관한 제도의 기본적인 개선을 도모하기 위하여 신기술을 채택한 범세계 해상 조난·안전 제도(Global Maritime Distress and Safety System : GMDSS)를 1992년 부터 시행하고 있다.[1]

GMDSS는 1979년의 해상에 수색, 구조에 관한 국제조약(International Convention on Maritime Search and Rescue : SAR 조약)의 목표인 신속하고 효과적인 수색, 구조 활동을 보장하기 위해 현재의 수동조작에 의한 모리스 무선전신을 대신하여 그 선박의 항행해역에 따른 INMARSAT 선박지구국, 위성계 EPIRB, 디지털 선택호출(DSC), 협대역직접인쇄전신(NBDP)등의 자동화, 디지털 기술을 채용한 새로운 기술을 이용한 무선설비를 사용하여 선박이 항행 중에도 항시 육상의 수색구조 기관이나 근처의 선박과 조난, 안전 통신을 행할 수 있도록 하였다.

그러나 이 시스템에 능동적으로 대처하기 위해서 새롭게 제안되고 있는 관련 장비의 국산화를 위한 연구노력이 부족한 실정이다.

'88 SOLAS의정서에 따른 GMDSS 적용대상 선박은 의무적으로 규정된 통신장비를 갖추어야 하는데, GMDSS의 의무 비치 장비로는 Two-Way Radio Telephone, DSC(Digital Selective Calling)기술, EPIRB(Emergency Position Indicating Radio Beacon), NAVTEX Receiver, SART (Search And Rescue radarTransponder), EGC 기능을 부가한 INMARSAT등의 장비가 권고되고 있다.

그러므로, 본 연구에서는 GMDSS장비중 하나인 SART (Search And Rescue Radar Transponder)의 개발을 위해 필요한 각 부분의 회로를 설계하고 제작하여 성능을 점검할 뿐만 아니라 제품으로써의 성능 검증에 필요한 시스템을 구성하여 제품의 성능을 측정해 보았다.

또한 SART에 대한 기본원리를 설명하고 국제법에서 규정하고 있는 이 장비가 가져야 하는 기본적인 성능을 최대한 만족시키기 위하여 관련법령의 해석을 추가하였다.

본 연구에서는 Micro-Strip⁴¹ 기술을 이용하여 GMDSS 도입에 따른 의무설비인 SART의 성능규정을 만족할 수 있는지 분석하고 각 부분을 설계하여 시제품, 관련 신호처리 및 제작 기술, 성능평가 기법을 개발하여 국산화의 기반을 마련하고자 한다.

또한 SART의 개발이 극히 일부분에 국한되었지만 앞으로 지속적인 연구를 통하여 GMDSS 탑재 전장비의 국산화가 이루어지는 계기가 되었으면 하는 바램이다.

2. SART의 이론적 배경

해상에 있어서 조난자를 구조해 주는 것은 예로부터 그 중요성이 인정되어 왔지만, 1912년 타이타닉호가 빙산과 충돌하여, 1490명의 희생자가 발생한 사건이 계기가 되어, 해상에서의 인명의 안전을 국제적으로 생각하는 기운이 높아져, 국제인명안전회의가 열리고 1915년에 SOLAS조약이 성립되었다.

1979년의 SAR조약 채택회의에 있어서, SAR Plan을 효과적으로 운용하기 위해서는, 조난 및 안전을 위한 통신망을 확립, 정비하는 것이 필요하다고 인식되어, IMO에 대하여 FGMDSS (Future Global Maritime Distress and Safety System : 미래의 전 세계적인 해상조난 안전 시스템)의 개발을 요청 결의 했다.¹⁵⁾

IMO는 이 결의를 받아들여 미래의 전세계적인 해상에 있어서의 조난 및 안전 통신제도에 대하여 무선통신위원회(COM)를 중심으로 검토를 행할 것과, 통신기능과, 대상선박, 통신장치, 운용조건 등에 관해서 상세하게 검토, 심의가 계속되어 오늘에 이르고 있다.

2-1. SART의 기능

선박의 조난시 EPIRB(Emergency Position Indicating Radio Beacon)라는 무선 설비가 자동적으로 자립부상하여 선박의 조난위치 및 선명을 포함한 정보를 발사하게 되는데, 이를 COSPAS - SARSAT 위성이 감지하여 조난 부근의 구조, 조정 본부로 통보하여 실제 구조를 하게 된다. 그러나 이 장비는 그 특성상 위치를 찾을 수 있는 정밀도가 4NM(Notical Mile)로서 범위가 넓어 실제 구조활동에 있어서 파도, 안개, 폭우등의 기상조건에서는 수색·구조에 상당한 어려움이 따른다. 또한 생존자가 조난선의 위치에서 멀리 떨어져 있을 경우에는 그 구조 가능성이 희박하다고 할 수 있을 것이다.[10]

이에 따라 국제 규정에서 선박의 조난시 EPIRB의 작동뿐만 아니라 휴대가 용이하며 작동이 간편한 SART의 탑재를 강제 규정하기에 이른 것이다.

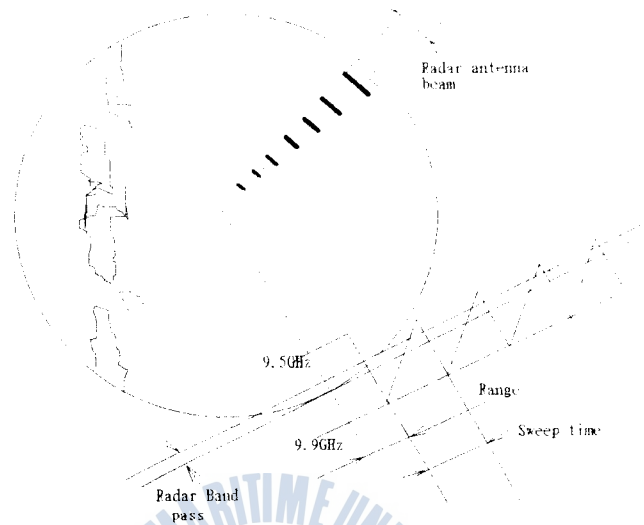
SART의 기본적인 동작원리는 EPIRB나 또는 기타 무선장비를 통하여 선박의 조난을 확인한 인근의 구조, 조정 본부에서는 구조선을 파견하게 되는데, 이때 구조선에는 기본적으로 9GHz대의 전파를 송신 및 수신하여 물표를 확인하는 장비 즉, X-Band Radar를 작동하게 되는데, 이 전파를 SART가 수신하여 장비 내부의 여러가지 회로부를 거쳐 일반 레이다 반사파와는 구별되는 특별한 신호의 열을 송신하게 된다. X-Band Radar가 SART의 신호를 수신하게 되면 레이다 스크린 상에는 여러개의 점들이 나타나게 되는데, 이 점들을 따라서 조난 위치의 방향 및 거리를 쉽게 파악할 수 있다.

한편 SART는 X-Band의 레이다 신호를 받으면 삐-삐 하는 발신음과 반짝이는 빛을 발하여 조난자에게 구조의 손길이 가까이 왔음을 알림으로서 생존의 희망을 심어줄 수 있는 장비이다.

이와 같이 일명 SART라고 하는 레이다 트랜스폰더는 선박의 조난시에 수동 또는 자동으로 작동상태로 된다. 이 상태로 9GHz대의 레이다 전파를 수신하면 9,200~9,500MHz 주파수로 12회 스위프(sweep)되면서 송신하며, 이를 수신한 상대방의 레이다 화면에는 12개의 점으로 SART의 방향과 거리를 지시하는 점선으로 나타난다. 과거의 SOLAS규정에는 독립된 레이다 2대를 설치해야 하는 규정이 있으나 X-Band 레이다에 관한 규정은 없다.[11]

그러나 GMDSS에서는 2대중 1대는 반드시 X-Band 레이다이어야 함이 명시되어 있다. 이 규정은 레이다 트랜스폰더의 규정과 일치시키기 위한 것이다.

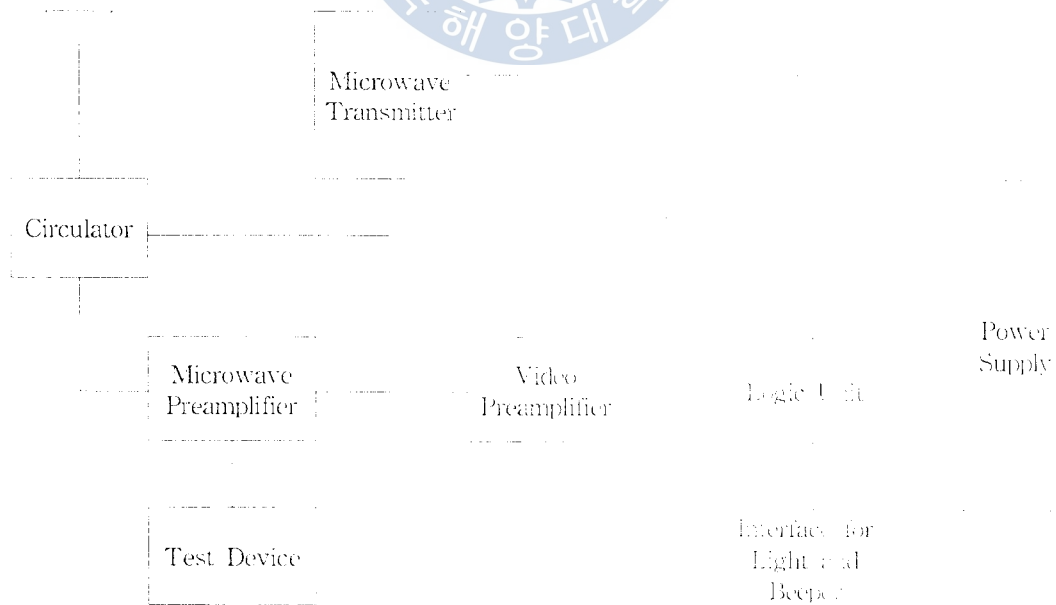
다음 <그림 2-1>에 레이더 스크린에 수신된 SART의 신호를 나타내 보았다.



<그림 2-2> 레이더 스크린상의 SART 신호

3. SART의 시스템 구성

3-1. 전체 구성도



<그림 3-1> SART Block Diagram

안테나로부터 수신된 신호를 수신부와 송신부에 자동 절환해주는 Circulator는 전파 파장의 길이(λ)를 이용하여 송신시 송신 중단쪽에서 안테나쪽으로는 최대의 전력이 전달되고, 수신단에는 단락된 임피던스를 갖음으로써 수신단을 보호하고 수신시에는 안테나로부터 수신단쪽으로 최대의 신호가 전달되게 하여 준다.

Circulator로부터 수신된 미약한 레이더 신호는 Microwave 초단증폭부에서 7.2dB 증폭되고 검파된 후 약 +6dB의 Video 초단증폭부회로에 공급한다.

검파된 Video 신호를 증폭하는 Video 초단증폭부는 Logic Unit에 레이더 신호 수신 여부를 전달해 주는 기능을 가진다.

Logic 회로는 Video 초단증폭부로부터 수신된 신호를 공급받아서 Interface for Light and Beeper 회로에 시각적 신호와 청각신호를 발생시켜 주는 구동신호를 공급해 주며 송신단에 필요한 신호 및 제어신호를 발생하여 송신단을 송신하게 하였다.

Microwave 송신단은 Logic 회로로부터 공급받은 제어신호에 의하여 9.2GHz~9.5GHz까지 Sweep송신을 하게 되며 약 +26dBm(400mW)의 증폭도를 갖는다.

증폭된 송신 레이더 신호는 Circulator 손실과 안테나 이득을 통하여 안테나로 전파를 송신하게 하였다.

Light and Beeper 회로는 8개의 적색 LED를 구동하여 시각적 신호를 발생하며, 압전부저를 구동하여 청각적 신호를 발생하여 송신상태를 표시하여 준다.

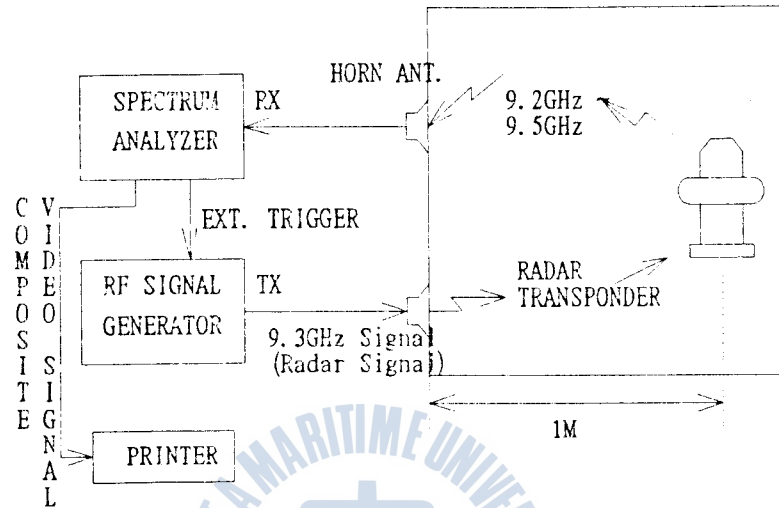
Test Device는 Video 신호를 발생하여 Video 초단증폭부에 신호를 공급하여 SART의 동작상태를 시험하는 회로이며, 외부 스위치 조작에 의해 SART를 점검, 확인할 수 있는 기능을 갖게 하였다.

전원부는 고성능의 Lithium Battery를 사용하여 송신 및 수신에 필요한 각종 전압을 만들어내는 Switching Mode Power Supply이며, 발생되는 전압은 +15V, +28V, +5V, -5V 이다.

4. 시제품 성능평가

원칙적으로 설비를 실용화하기 위해서는 국내 전파법상 무선설비의 형식검정을 행하여야 되는데, 설비의 시험에는 환경시험과 성능시험으로 대별되나 본 연구에서는 환경시험(진동, 낙하, 수밀, 염농도, 동작시험, 연속동작, 온도 및 습도시험)은 제외하고 성능시험(지정 주파수대, 소인 주파수, 1회의 응답송신회수, 응답지연시

간, 응답회복시간, 등가등방 복사전력 및 공중선의 지향특성, 유효 수신감도 시험) 중 제품개발에 중요한 다음 몇가지 사항에 대하여 평가시험을 행하였다.



<그림 4-1> 측정장비의 시스템 구성

4-1. 성능평가의 결과

- 송신 주파수 범위 측정

중심주파수(FC) 및 송신 주파수 대역폭(OBW)을 구하여 다음 공식으로 송신 주파수 범위를 구하였다.

$$\text{송신 주파수 범위} : FC - OBW/2 \sim FC + OBW/2$$

$$\text{측정값} : OBW = 340.7\text{MHz}$$

$$FC = 9.3511\text{GHz}$$

따라서 송신 주파수 범위는 9.1776GHz ~ 9.5246 GHz가 된다.

- 실효 송신 전력 측정

Spectrum Analyzer를 이용하여 측정된 실효 송신 전력을 계산하였다.

여기에서 측정된 값이 29.73dBm이고 장비 자체의 보정치 0.5dBm을 빼면 29.23dBm이 됨을 알 수 있었다.

- 지연시간 측정

Spectrum Analyzer를 설정하고 Mark를 ON한 후 5번째 작은 신호에 Mark를 맞추후 지연시간을 측정하였다. 이 때 측정치 1.714μs에서 계측기 지연시간 1.1μs를 빼면 0.614μs 가 됨을 알 수 있었다.

- 송신 시간 측정

Spectrum Analyzer를 설정하고 Δ MARK를 이용하여 첫번째 큰 신호부터 마지막 12번째 큰 신호에 맞추어 시간을 측정하였다. 이때 측정된 $86.29\mu s$ 에 $7.9\mu s$ 를 더하여 $94.19\mu s$ 가 측정됨을 확인할 수 있었다.

- 수신감도 측정

Signal Generator를 이용하여 신호가 깜빡거리기 이전까지의 ATT를 조정하여 수신감도를 구하여 기준 레벨인 +44dBm을 더한다.

따라서 측정된 $10dBm + 44dBm$ 은 $54dBm$ 이 됨을 알 수 있었다.

5. 검토 및 결론

SART는 X-Band에서 작동하는 위치지시용 무선표지설비로서 새로운 해상 조난·안전 제도(GMDSS)의 필수 기본 설비이다.

이 설비는 선박의 조난시 해상에서 선박의 위치를 정확히 지시하고 수색·구조를 용이하게 하여 해상에 있어서 인명과 재산의 확보를 위한 중요한 설비로서 GMDSS의 의무장비로 탑재하도록 국제기구(ITU 및 IMO등)에서 권고하고 있다.

그러므로 GMDSS 도입에 따른 의무탑재 설비들이 과거처럼 수입에 의존하고자 하는 현실하에서 항해·통신 장비의 국산화에 대한 노력이 산·학·연 협동으로 이루어져 이들 장비의 국산화를 위한 설계기술이 확보된다는 것은 대단한 성과가 아닐 수 없다.

따라서 본 연구에서는 SART의 국산화를 위한 설비의 성능 규정을 철저히 분석하고 각 부분을 설계하며 시제품 제작 및 평가를 해 보았다. 연구 결과, SART 설계 기술을 확보하였고, 시제품 제작을 통해서 관련 신호처리 및 제작기술 확보 및 성능평가 기법을 개발하여 상품화 기반을 마련하였다.

SART의 성능 분석과 제작기술 및 성능측정에 관한 연구의 검토와 결론 및 제안은 다음과 같이 몇가지로 요약될 수 있다.

첫째, SART 시스템을 각 부분별로 분석하고 그 동작과정 및 신호전이를 면밀히 분석하여 시스템 설계에 관한 기반 기술을 확보하였으며, 각 부분의 동작 및 시제품의 동작 및 성능에 있어서도 국제협약에서 정하는 기준에 준함을 알 수 있었다.

둘째, 시스템 구성에 주안점을 두고 각 부분의 모듈을 구입하여 장비를 설계하

였기에 양산하여 상품화를 위해서는 경제적인 측면, 평가 절감 측면에서 중요 부품 및 설계기술에 관한 연구가 계속되어야 할 것으로 판단된다. 특히, 안테나 부분은 고가로써 독자적인 모델 개발에 관한 연구가 절실하다.

셋째, 시스템의 성능평가 기법에 관한 상세한 규정이 정립되어 있지 않으며 공포되어 있지 않은 점을 감안할 때 설계 기반기술 확보 및 성능 측정에 관한 성능평가 기준을 마련한 것은 중요한 의미를 갖지만, 아울러 세부적인 연구 및 평가기법의 정립의 필요성을 제안할 수 있다.

넷째, 성능측정을 위한 측정기기는 모두 고가이며 또한 국내 생산품이 아닌 수입품이었다. 항해·통신용 장비들의 국산화에 따른 제품 성능 향상을 위한 측정기기에 대한 연구도 아울러 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

1. 김 기문, “전파통신 관리체제와 인력운용에 관한 연구”, 박사학위 논문, 경남대학교 대학원, p.81, 1991.
2. IMO, *GMDSS Handbook*, IMO, London, pp.1-2, 1992.
3. 김 기문, “DSC용 MF/HF대 송수신장치 개선을 위한 저주파 연구”, 한국해양대학교, 조선·해양기자재 연구센터, P.2, 1995.
4. E.Hammerstad, O.Jensen, “Accurate models for microstrip Computer-aided design”, IEEE MTT-s Int. Microwave symp. Digest, pp.107-109, 1980.
5. 양규식 외, “신해상통신제도의 국내수용에 관한 연구”, 제신부연구보고서, 1991.
6. 한국통신학회, “해상통신방식(GMDSS)연구”, 제신부연구보고서, 1992.
7. 김 응주·박 광수, “선박위성통신운용”, 한국해기연수원, pp.7-8, 1988.
8. “통신사에 관한 국제규정 정비 완료”, 선박통신 Vol.9, 1992.3, pp.6-7.
9. IMO, “Chapter IV : Radiocommunication”, *Amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea*, 1974, London : IMO, pp.114-116, 1990
10. “SART 성능기준”, 선박통신, Vol.9, 1991.8, pp.12-14.
11. 정 세모 외 4인, “초고주파 신호처리 및 시뮬레이션 프로그램 개발”, 한국해양대학교 부설 해사산업연구소, pp.4-8, 1995.

