

SART(SEARCH AND RESCUE RADAR TRANSPONDER)의 개발에 관한 연구

임종근* · 배정철* · 양규식** · 김기문**

A Study on development of SART

Chong-Kun Lim · Jeong-Chul Bae · Gyu-sik Yang · Ki-Moon Kim

〈 목 차 〉

Abstract

1. 서론

1.1 연구목적

1.2 SART의 개요

2. 관련규정

2.1 CCIR 규정

2.2 IMO 규정

2.3 국내 전파법 규정

3. 시스템 구성

3.1 전체 구성도

3.2 MICROWAVE PREAMPLIFIER

3.3 VIDEO PREAMPLIFIER

3.4 LOGIC UNIT

3.5 MICROWAVE TRANSMITTER

3.6 POWER SUPPLY

3.7 TEST DEVICE

3.8 INTERFACE FOR LIGHT AND BEEPER

4. 시제품의 성능평가

4.1 각 기기의 기능

4.2 측정장비의 시스템 구성

4.3 성능평가의 결과

5. 검토 및 결론

Abstract

SART(Search and Rescue Radar Transponder) is a radar transponder capable of operating in the 9GHz band, which is one element of GMDSS. The fundamental function of the SART is to indicate its position. Thus, it is so much available to assist SAR operation when an emergency and casualty occur at any sea area. In the thesis, we designed, manufactured each part of circuit to develop the advanced SART and configured to test the characteristics in many ways. As the result of detailed things, we confirmed that the developed SART could be high possibility of production.

* 배정철. 한국해양대학교 대학원(전자통신)
* 임종근. 한국해양대학교 대학원(전자통신)
** 김기문. 한국해양대학교 전자통신공학과 부교수
** 양규식. 한국해양대학교 전자통신공학과 부교수

1. 서론

국제해사기구(International Maritime Organization : IMO)는 현재 해상에 있어서 인명 안전에 관한 제도의 기본적인 개선을 도모하기 위하여 신기술을 채택한 세계해상조난안전제도(Global Maritime Distress and Safety System : GMDSS)를 1992년 부터 시행하고 있다.

GMDSS는 1979년의 해상에 수색, 구조에 관한 국제조약(International Convention on Maritime Search and Rescue : SAR 조약)의 목표를 신속하게 그리고 효과적인 수색, 구조 활동을 원활하게 실시하기 위해 현재의 수동조작에 의한 모리스 무선전신을 대신하여 '74 SOLAS 조약의 대상 선박이 공통의 최저한의 설비를 비치하는 것외에, 그 선박의 항행해역에 따른 INMARSAT 선박지구국, 위성계 EPIRB, 디지털 선택호출(DSC), 협대역직접인쇄전신(NBDP)등의 자동화, 디지털 기술을 채용한 새로운 기술을 이용한 무선설비를 사용토록 하며 선박이 국제해역을 항행하고 있어도 항시 육상의 수색구조 기관이나 근처의 선박과 조난, 안전 통신을 행할 수 있도록 하였다.

GMDSS 대상선박은 국제항해에 종사하는 여객선 및 총 톤수 300톤 이상의 화물선이며 이들 선박은 모든 초단파 무선설비, 위성 EPIRB등을 탑재하지 않으면 안되며, 육상에서의 전파도달거리 에 따라 A1, A2, A3, A4의 4개 해역으로 나누고 각각 초단파 무선설비, 중단파 무선설비, INMARSAT 선박지구국, 단파 무선설비를 조합하여 탑재하여야 한다.

이는 현재의 조난, 안전 시스템이 갖고 있는 다음과 같은 문제

(1) 현재의 조난, 안전통신시스템은 100~150해리의 짧은 통달거리. 수동송신, 귀에 의한 청취를 기본으로 하고 있으며 신속 정확한 통신의 확보에 곤란을 겪고 있다.

(2) 선박에 비치된 무선설비가 선박의 종류 및 크기에 따라 구분되어 있기 때문에 같은 해역을 항행하는 선박 상호간에도 통신 연락이 되지 않는 경우도 있다.

(3) 어선에 있어서는 조난, 안전통신 시스템이 국제적으로 일원화되어 있지 않다.

를 해결할 수 있게 하였으며 GMDSS에 사용되는 무선설비는 일부를 제외하고는 새로운 설비이며 이 설비가 GMDSS의 확실한 작동을 보장하기 때문에 GMDSS는 선박의 안전 확보에 대단히 유효한 시스템이다.

그러나, 이와같은 국제 규율을 근거로 하여, 국내적으로는 관계법령에 무선설비의 설치의무, 기술기준, 무선국의 운용방법, 무선종사자등에 대하여 규정하고 있지만 이 시스템에 능동적으로 대처하기 위해서 새롭게 제안되고 있는 관련 장비의 국산화 및 국내생산을 하지 못하고 있다.

최근의 국내조선시장은 최고의 호황을 누리고 있지만 통신장비와 같은 고부가가치 산업분야는 일본, 미국, 노르웨이, 덴마크등의 일부 선진해운국에 전적으로 의존하고 있으며, 해상통신 분야에 대한 개발 의지도 그동안의 첨단기술 및 통신에 대한 정부 차원에서의 적극적인 투자나 우리의 조선산업이나 전자산업의 규모로 볼 때, 낙후된 실정이다.

GMDSS 장비의 국산화에 대한 노력이 이루어지고, 경쟁력 있고 우수한 제품을 생산하게 된다면 그 수요에 있어서도 현재의 국내 조선시장이나 중국, 대만등 인접국의 조선 시장을 겨냥할 때 수출을 통하여 무역의 신장도 고려할 수 있다.

1.1 연구 목적

Two-Way RadioTelephone, DSC(Digital Select Call)기술, EPIRB(Emergency Position Indicating Radio Beacon), NAVTEX Receiver, SART(Search And Rescue radarTransponder), INMARSAT등 GMDSS 장비들중 Two-Way radio telephone과 SART는 1995년 2월부터 국제법의 적용을 받게 되었다.

이미 NAVTEX는 국제법의 적용을 받아 선박에 탑재가 의무화되었고 또한 많은 선박에 실제로 탑재되어 선박의 항해에 필요한 정보제공의 수단으로 그 역할을 다하고 있으며 Two-Way

radio telephone 및 SART도 각기 조난비상통신용과 조난위치지시기로써 선박의 탑재가 의무화되게 된 것이다.

그러나, 일부 중소기업에서의 NAVTEX 및 Two-Way Radio Telephone의 개발을 제외하고는 GMDSS에 필요한 선박통신 장비의 국산화가 거의 이루어지지 않고 있다. 많은 선박을 가지고 있는 국내 선사 및 세계최대를 자랑하는 국내조선시장에 있어서 이러한 첨단장비의 개발은 시급한 당면과제인 것이다.

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 구성해 보고 제품의 성능을 측정해 보았다.

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

제품의 설계에 있어서는 마이크로파의 송수신부 이외에 국제 규정에 의거한 기능을 삽입하기 위하여 인터페이스부를 별도로 제작하였고 장비의 소형화 및 경량화를 이루기 위해 MICRO STRIP 기술을 채택하여 안테나 뿐만 아니라 송수신파의 분리를 위한 CIRCULATOR, 송신부 및 수신부의 기본적인 골격을 이루게 하였다. 본 장비에서의 핵심 기술이 되는 MICRO STRIP은 안테나의 경우에 접지면 뒤에 부착할 수 있는 FEED LINE에 대한 적은 공간만 요구되므로 기존의 표면이나 금속면에 FLUSH-MOUNT형으로 정착될 수 있다.

이처럼 MICRO STRIP은 크기, 무게, 비용, 성능, 설치의 편리성등의 면에서 매우 유용하기 때문에 비행기 또는 인공위성등에도 이용되고 있다. 그러나 이 안테나의 단점은 비효율적이며 주파수의 점유 대역폭이 매우 협소하다는 것이다.

본 연구에서는 MICRO STRIP 기술을 이용하여 GMDSS의 요구사항인 SART를 설계해 보았다. 극히 일부이지만 이를 계기로 하여 GMDSS

전장비의 국산화가 이루어지는 계기가 되었으면 하는 바램이다.

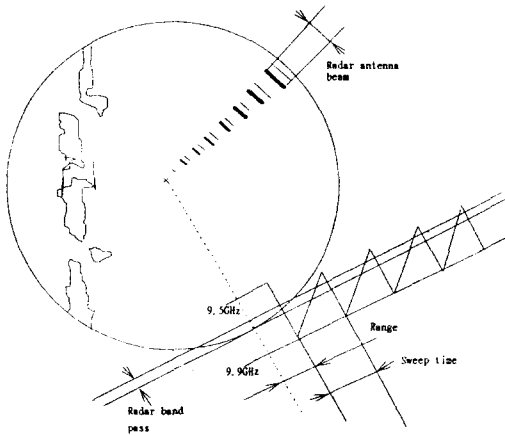
1.2 SART의 개요

선박의 조난시 EPIRB(Emergency Position Indicating Radio Beacon)라는 무선설비가 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 범위가 4NM(Notical Mile)로서 범위가 넓어 실제 구조활동에 있어서 파도, 안개, 폭우등의 기상조건에서는 4NM내에서의 위치를 파악하는 데도 상당한 어려움이 따른다. 또한 생존자가 조난선의 위치에서 멀리 떨어져 있을 경우에는 그 구조 가능성이 희박하다고 할 수 있을 것이다.

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 RADAR의 전파를 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 뻑-뻑 하는 발신음과 반짝이는 빛을 발하여 조난자에게 구조의 손길이 가까이 왔음을 알림으로서 생존의 희망을 심어줄 수 있는 장비이다. 다음 <그림 1-1>에 레이다 스크린에 수신된 SART의 신호를 나타내 보았다.



<그림 1-1> 레이더 스크린상의 SART 신호

2. 관련 규정

- GMDSS 규정
- CCIR 권고 775-3
- IMO의 Search and Rescue manual
- 국내 전파법 규정

2.1 CCIR 규정

(1) 1974년 해상 안전 인명 조약 (SOLAS)에 대한 국제회의에서 개정된 1988년 개정규칙 III /6.2.2와 IV/7.1.3은 선박이 바다에서 조난중이거나 구명선일 때 그 선박을 위치시키기 위한 9GHz 주파수 대역에서 동작하는 레이더 송수신기의 휴대를 필요로 한다는 것

(2) 그러한 레이더 송수신기는 1974년 SOLAS 협약에 따르지 않는 선박에 의해서도 사용될 수 있으며 이들 레이더 송수신기들 중 일부가 자유부유 해제 및 활동배열 또는 자유부유 EPIRB나 자유부유 위성 EPIRB에 따라 설치될 수 있다는 것.

(3) 1974년 SOLAS협약에 대한 1988년 개정 규칙 V/12(g) 와 (h) 에는 크기에 상관없이 객선과

총톤수가 300톤 이상인 화물선에 하나의 레이더를 설치하기 위한 조건과 2개의 레이더를 설치하기 위한 총톤수 10,000톤 이상인 화물선에 대한 조건이 수록되었으며 1995년 2월 1일자로 최소한 하나의 레이더 설치를 위한 레이더 설비가 9GHz 주파수 대역에서 운용 가능하다는 것.

(4) IMO는 수색 및 구조활동에 사용하기 위한 구명 선박 레이더 송수신기에 대한 성능 표준에 대한 권고를 채택했다는 것(결의 A.604 (15))

(5) 위치가 GMDSS에 대한 기본 조건의 일부분이라는 것.

(6) 레이더 송수신기가 국제적으로 합의된 기술 및 운용 특성에 일치할 경우에 위치 시스템은 보다 효율적이라는 것.

CCIR은 상기의 사항을 고려하여 만장일치로 아래 사항을 권고한다.

9200~9500MHz 대역 이상에서 동작하는 수색 및 구조 레이더 송수신기에 대한 최소의 기술적 특성은 다음과 같다.

- (a) 주파수 : 9200~9500MHz
- (b) 편파 : 수평
- (c) SWEEP 비율 : 200MHz 당 5 μ s
- (d) 응답신호 : 12개 sweep
- (e) SWEEP형태 : 톱니형
 순방향 SWEEP 시간 : 7.5 μ s \pm 1 μ s
 복귀 SWEEP 시간 : 0.4 μ s \pm 0.1 μ s
 응답은 복귀 SWEEP부터 시작하여야 한다.
- (f) 펄스 방출 : 100 μ s 공칭
- (g) e.i.r.p : 400mW이상(+26dBm과 등가)
- (h) 유효 수신기 감도 : -50dBm보다 좋음(0.1mW /m² 과 등가)*
- (i) 동작 지속 시간 : 1KHz의 펄스 반복 주파수와 연속적으로 교신하는 경우 8시간의 송수신기 전송이 후속하는 대기 상태에서의 96시간

* 유효 수신기 감도는 안테나 이득을 포함 한다.

- (j) 온도 범위 : 주변 : $-20^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$
적재 : $-30^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$
- (k) 여기 다음의 회복 시간 : $10\mu\text{s}$ 이하
- (l) 유효 안테나 높이 : 1m^{**}
- (m) 레이더 신호 수신과 전송 시작간의 지연 : $0.5\mu\text{s}$ 이하
- (n) 안테나 수직 빔 폭 : 레이더 송수신기 수평면과 관련된 최소 $\pm 12.5^{\circ}$
- (o) 안테나 방위 빔 폭 : 2dB 이내의 전방향

2.2 IMO 규정

레이더 비콘 및 트랜스폰더의 통제되지 아니한 증가는 선박의 항해용 레이더 표시를 현저하게 저하시키고 다른 용도로 개발되어 있는 제장치 상호간의 부적합성을 유발하거나 또는 레이더 비콘 및 트랜스폰더의 진보적인 향상에 보조를 맞추어 선박용 레이더의 지속적인 수정을 필요로 할 가능성이 있다. 그러한 가능성을 피하기 위하여 레이더 비콘 및 트랜스폰더를 사용할 운항상의 필요성이 있는 경우 레이더 비콘 및 트랜스폰더의 적절한 이용 또한 레이더 비콘 및 트랜스폰더의 일반적 통제를 위한 조치에 관하여 다음의 권고가 작성되었다.

여기에서 사용되는 용어 “레이더 비콘” 및 “트랜스폰더”는 다음과 같은 의미를 가지고 있다.

(1) 레이더 비콘 : 수신 송신장치로서 항해용 고정표식으로 되어 있으며 레이더에 의하여 기동되는 경우에 기동한 레이더의 표시면상에 식별 가능한 신호를 자동적으로 반송하여 거리, 방위 및 식별에 관한 정보를 제공하는 장치 “레이더 비콘” 및 “레이콘”이란 용어는 오직 이러한 용도의 장치에만 사용되어야 하며 항해안전을 목적으로 하는 고정 구조물상에 설치된 또는 일정한 장소에 맞으로 고정된 부유구조물에 설치된 장치를 포함한다. 단독으로 사용되는가를 불문하고 레이콘 그 자체를 항로 표식으로 간주하여야 한다.

(2) 트랜스폰더 : 해상무선에 의하여 항해용으로 이용하는 수신 송신장치로서 적당한 間신호를 수신한 경우 또는 장치를 직접 조작한 경우 자동적으로 송신하는 장치.

송신내용에는 부호화된 식별신호 및 데이터가 포함되는 수가 있다. 그 응답신호는 사용 방식 및 신호내용에 따라 레이더 PPI상, 레이더에서 분리된 표시장치상 또는 그 양쪽에 표시될 수 있다.

2.3 국내 전파법 규정

제69조의 8(수색, 구조용 레이더 트랜스폰더) 수색, 구조용 레이더 트랜스폰더는 다음 각 호의 조건에 적합하여야 한다.

(1) 일반적 조건

- 가. 작고 가벼울 것.
- 나. 쉽게 조작되고 휴대가 편리할 것.
- 다. 방수되는 것으로써 해수, 기름 및 태양광선의 영향을 가능한 한 받지 아니할 것.
- 라. 본체의 보이는 곳에 기기의 작동방법 및 취급방법등이 물에 지워지지 아니하도록 명백하게 표시되어 있을 것.
- 마. 구명정에 손상을 줄 우려가 있는 예리한 모서리 등이 없을 것.
- 바. 수동으로 작동을 중지시킬 수 있을 것.
- 사. 오조작에 의한 작동을 방지하는 장치가 있을 것.
- 아. 전파가 발사되고 있음을 표시하는 기능이 있을 것.
- 자. 정상적으로 작동하고 있음을 쉽게 알 수 있는 기능이 있을 것.
- 차. 통상 발생하는 온도 및 습도의 변화, 진동 또는 충격이 있는 경우에도 지장없이 작동할 수 있을 것.
- 카. 구명정에 고정시키지 아니하는 기기의 경우에는 물에 뜰 수 있는 끈을 갖출 것.

** 이 유효 안테나 높이는 1974년 SOLAS 협약에 대해 1988년에 개정된 규칙III 16.2.2 와 IV7.1.3에 의해 요구되는 장비에 적용 가능하다.

타. 해면에서 사용하는 기기의 경우에는 물에 던졌을 때 정상의 상태로 복원할 수 있을 것.

(2) 송신장치의 조건

가. 주파수는 9200MHz이상 9500MHz이하의 범위를 소인할 수 있을 것.

나. 주파수 소인의 시간은 $7.5\mu s \pm 1\mu s$ 이내일 것.

다. 주파수 소인의 형식은 톱니파형이고 그 복귀시간은 $0.4\mu s$ 이내일 것.

라. 1회의 응답으로 12회의 주파수 소인으로 형성되어 있을 것.

마. 레이다 전파의 수신후 응답개시까지의 지연시간은 $0.55\mu s$ 이내일 것.

바. 1회의 전파발사 후 다음 응답이 가능할 때까지의 시간은 $10\mu s$ 이내일 것.

사. 등가등방 복사전력은 400mW 이상일 것.

(3) 실효 수신감도(당해 설비의 수신감도에 당해설비의 수신 공중선 이득을 가한것을 말한다.)는 -50 데시벨(1mW를 0 데시벨로 한다.)보다 높을 것.

(4) 공중선의 조건

가. 구멍정에 부착한 상태에서의 공중선의 높이는 해면으로부터 1m 이상일 것.

- 공중선의 수평면은 ± 2 데시벨 이내의 무지향성일 것.
- 공중선의 수직면은 25 이상일 것.
- 공중선의 편파면은 수평일 것.

(5) 전원의 조건

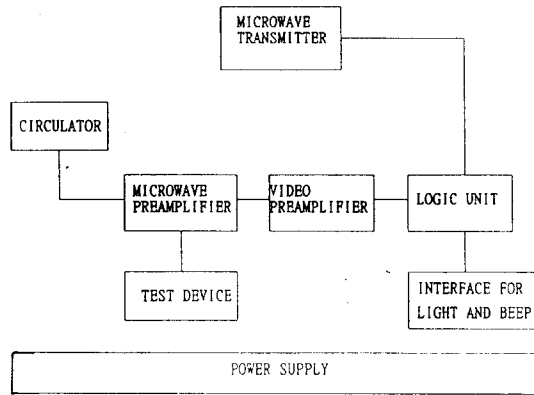
가. 유효기간이 1년 이상인 전용전지를 사용할 것.

나. 전지의 용량은 96시간 대기 상태후, 1ms의 주기로 레이다 전파를 수신하는 경우 연속하여 8시간동안 작동할 수 있을 것.

3. 시스템 구성

3.1 전체 구성도

Antenna로부터 수신된 신호를 수신부와 송신부



<그림 3-1> SART BLOCK DIAGRAM

에 자동 전환해주는 Circulator는 전파 파장의 길이(λ)를 이용하여 송신시 송신 종단쪽에서 안테나 쪽으로는 최대의 전력이 전달되고, 수신단에는 단락된 임피던스를 갖음으로써 수신단을 보호하고 수신시에는 안테나로부터 수신단쪽으로 최대의 신호가 전달되게 하여 준다.

Circulator로부터 수신된 미약한 레이다 신호는 Microwave Preamplifier의 약 +6dBm Gain을 갖는 Video Preamplifier회로에 공급한다.

검파된 Video 신호를 증폭하는 Video Preamplifier는 Logic 회로에 레이다 신호 수신 여부를 전달해 주는 기능을 하게 된다.

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

Microwave 송신단은 Logic 회로로부터 공급받은 제어신호에 의하여 9.2GHz~9.5GHz까지 Sweep송신을 하게 되며 약 +26dBm(400mW)의 증폭도를 갖는다. 증폭된 송신 레이다파 신호는 Circulator를 통하여 안테나로 전파를 송신하게 된다.

Light and Beeper 회로는 8개의 적색 LED를 구동하여 시각적 신호를 발생하며, 압전부저를 구

동하여 청각적 신호를 발생하여 송신상태를 표시하여 준다.

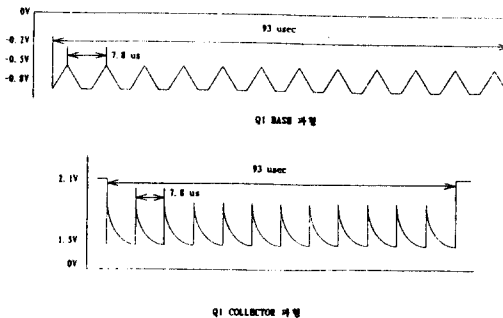
Test Device는 Video 신호를 발생하여 Video Preamplifier에 신호를 공급하여 SART의 동작상태를 시험하는 회로이며, 외부 스위치 조작에 의해 SART를 점검, 확인할 수 있는 기능을 갖는다. Power Supply는 고성능의 Lithium Battery를 사용하여 송신 및 수신에 필요한 각종 전압을 만들어내는 Switching Mode Power Supply이며, 발생되는 전압은 +15V, +28V, +5V, -5V이다.

3.2 MICROWAVE PREAMPLIFIER

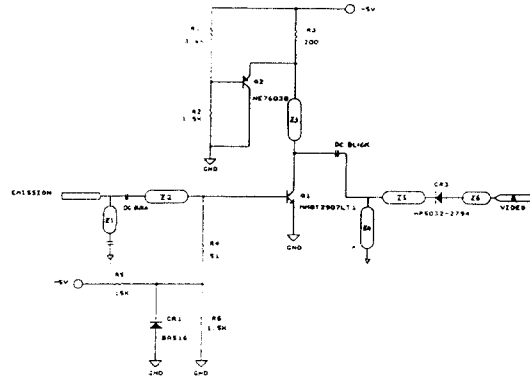
Circulator로부터 수신된 RADAR신호는 DC Block을 통하여 Z2에 공급된다. Z2는 Micro Strip으로 구성되어 있고 Q1 Microwave Amplifier Transistor는 약 7.2dB의 Gain을 갖는다. Q1 Base에 공급된 신호는 약 7.2dB 증폭되어 Q1 Collector에서 DC Block에 공급하고 Micro Strip Z5에 공급된다.

CR# Pin Diode는 고주파 손실이 적은 낮은 값의 순방향 저항을 갖는 특성으로 1Ω 이하의 특성을 갖게 됨으로써 RADAR파를 검파시 RF 손실을 적게 해준다. CR3 Cathode에 인가된 RADAR파 신호는 검파되어서 Z6를 통하여 단자 "A"로 출력하여 Logic회로에 공급하여 준다.

Q1 Transistor Base 신호 및 Collector 신호 파형은 아래와 같다.



<그림 3-2> Q1 BASE 및 COLLECTOR 파형



<그림 3-3> Microwave Preamplifier

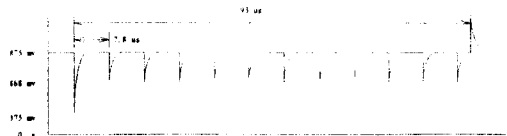
3.3 VIDEO PREAMPLIFIER

Microwave Preamplifier로부터 공급받은 Radar Video신호는 C3 Coupling Capacitor를 통하여 Q1 Transistor Base에 공급되면 약 10dB의 Gain을 A급 증폭기에서 약 131mW로 증폭된다.

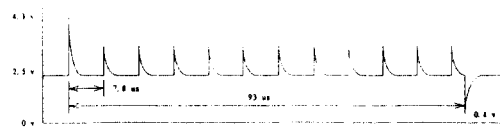
Q1의 Collector 출력은 Q2 Base에 직접 공급되어 Q2 Transistor는 증폭 Gain 1인 Emitter Follow 증폭기으로써 Buffer동작을 한다.

Q1 BASE 및 COLLECTOR 신호는 아래와 같다.

Q1 BASE 신호

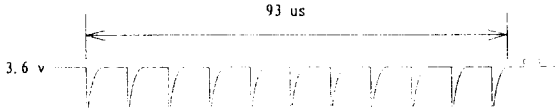


Q1 COLLECTOR 신호



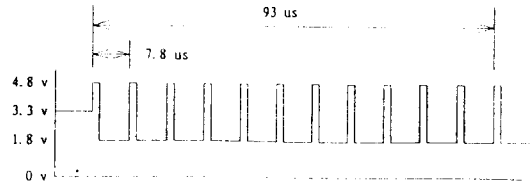
<그림 3-4> Q1 BASE 및 COLLECTOR 파형

Q2 Transistor Emitter 출력은 R9 저항을 통하여 약 26dB Gain을 갖는 Q3 Transistor Base에 공급된다. Q3 Emitter에 직렬 연결된 R11과 R12와 C6에 의해 Noise필터로 동작하며 Q3의 출력은 Q4 Emitter Follow Transistor Base에 직접 연결되며 파형은 아래와 같다.



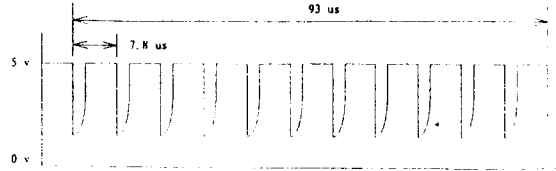
<그림 3-5>

Q4 Transistor Emitter Follow 출력은 R14를 통하여 Q5 Transistor Base에 공급해 준다. Q5 Transistor는 Switching 작용을 하여 Q6 Emitter Follow Transistor Base에 직접 공급한다. Q5 Collector 출력 파형은 아래와 같다.

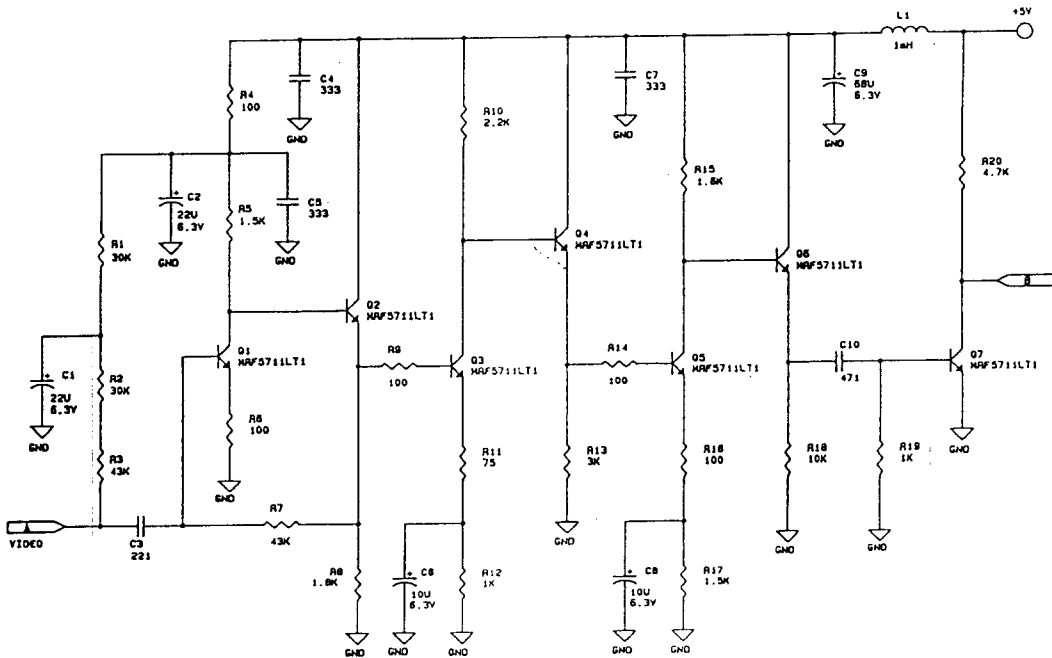


<그림 3-6> Q3의 출력

Q6 Transistor Emitter 출력은 C10을 통하여 약 8dB Gain을 갖는 Q7 Transistor Base에 공급되어 최종 증폭을 한다. 이 증폭된 신호는 단자 "B"를 통하여 Logic회로에 공급하며 출력파형은 아래와 같다.



<그림 3-7> Q5의 COLLECTOR 파형



<그림 3-8> Video Preamplifier

3.4 LOGIC UNIT

Video Preamplifier로 부터 "B" 단자가 LOW로 되면 R44, R25를 통하여 IC 2D 9번이 LOW가 되고 IC 2D 8번이 HIGH로 되어 IC 1B 와 Gate Pin 6 이 HIGH로 된다.

IC 1C Pin 5가 HIGH로 되어 있으므로 IC 1B의 4번이 HIGH가 된다.

이 신호는 CR1을 통하여 IC3 BCD Counter IC RESET 단자 Pin 2번이 HIGH로 되어 IC3 BCD Counter 를 RESET시킨다.

RESET 후 IC3의 1번 단자에 CLOCK을 Counter 를 시작하여 7.5 μ sec 주기의 12개 CLOCK이 Counter되면 IC3의 9번과 6번이 HIGH로 된다.

이 신호는 IC 1D와 Gate의 13번과 12번이 HIGH로 되면 IC 1D의 11번이 HIGH로 된다.

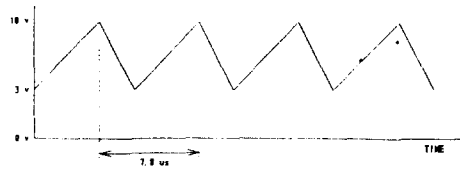
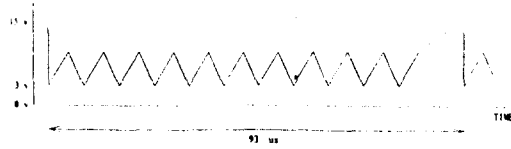
CR4의 Cathode가 HIGH로 되면 IC 2A의 12번이 HIGH가 되어 Pin 12번이 LOW가 된다.

IC 2A의 Pin 12번이 LOW가 되면 IC 1A 와 Gate Pin 2번이 LOW가 되고 IC 2A와 IC 2B 및 C11, C12로 구성된 CLOCK Generator 는 발진을 멈추게 된다.

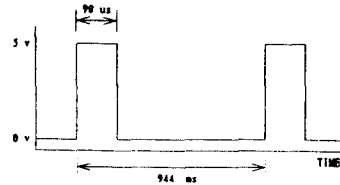
한편, IC 2A Pin 12의 LOW출력은 Microwave Transmitter 송신단의 송신을 중단시키고 Q9 FET를 Turn Off 되면 Q9의 Drain 전압이 HIGH가 되어 Q14 Bias 전압이 +7.5V에서 +15V로 높아져서 Q14 Transistor가 Turn Off 되어 Collector에는 +15V에서 0V로 된다. 이 전압은 "C" 단자로 통하여 Interface for Light 와 Beeper 회로를 제어한다.

IC 2A의 Pin 2번 출력은 C19를 통하여 IC 2E의 11번에 공급되고 12개의 Sweep 파형은 Q13 FET 를 Switching하여 Q15 Transistor를 통하여 Microwave Transmitter의 VCO 전압을 제어해 준다.

7.5 μ sec의 주기를 갖는 12개의 톱니파 파형은 Voltage Variable Capacitance Diode에 인가하여 9.2GHz~9.5GHz까지 소인 발진을 12회 실시하게 된다.



LOGIC UNIT EMITTER OF Q15(PT11)



LOGIC UNIT PIN 10 OF IC2E(PT8)

<그림 3-9> LOGIC UNIT에서의 출력

3.5 MICROWAVE TRANSMITTER

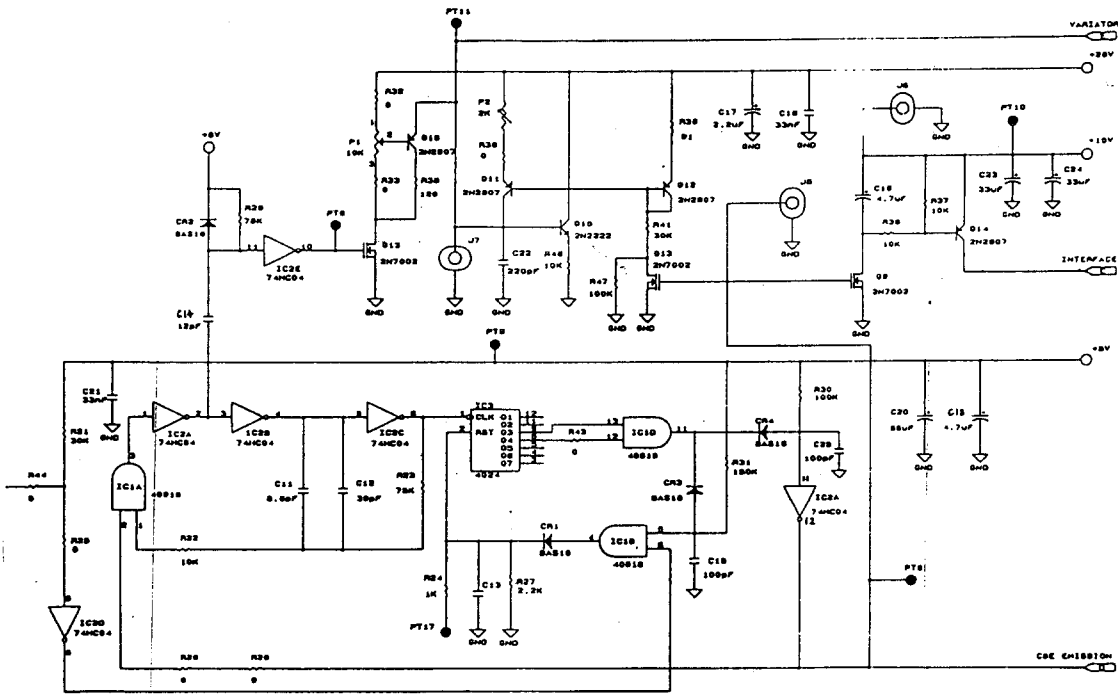
CR1 Voltage Variable Capacitance Diode에 의해 발진된 2.3GHz~2.375GHz 발진전압은 CR1과 R1, C1, C4에 의해 9.3GHz~9.5GHz로 4채배되어 Q1 Base에 공급된다. Q1의 Gain은 약 9.5dB이고 증폭된 신호는 DC Block 을 통하여 Q1 Base에 공급된다.

Q1 Base Collector 파형은 아래와 같다.

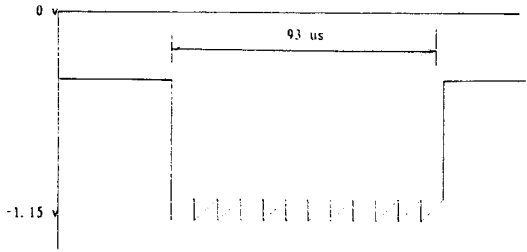
Q4 Transistor는 약 16dB 증폭 Gain을 갖는 Microwave Transmitter Drive단 이다.

신호를 증폭하여 DC Block을 통하여 Q7 Base에 공급해 준다.

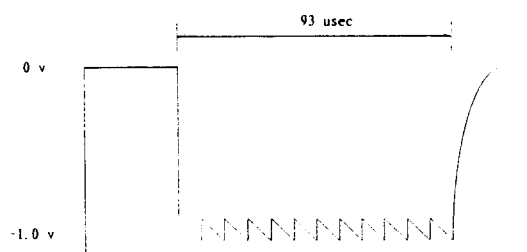
Q4 Base 및 Collector 파형은 아래와 같다.



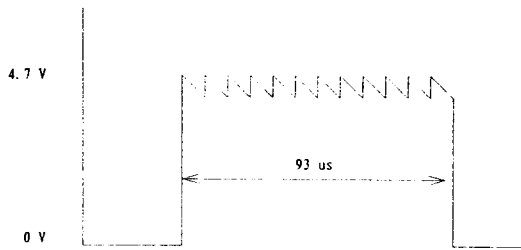
<그림 3-10> Logic Unit



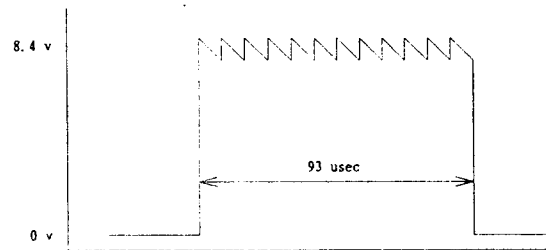
Q1 BASE 파형



Q4 BASE 파형



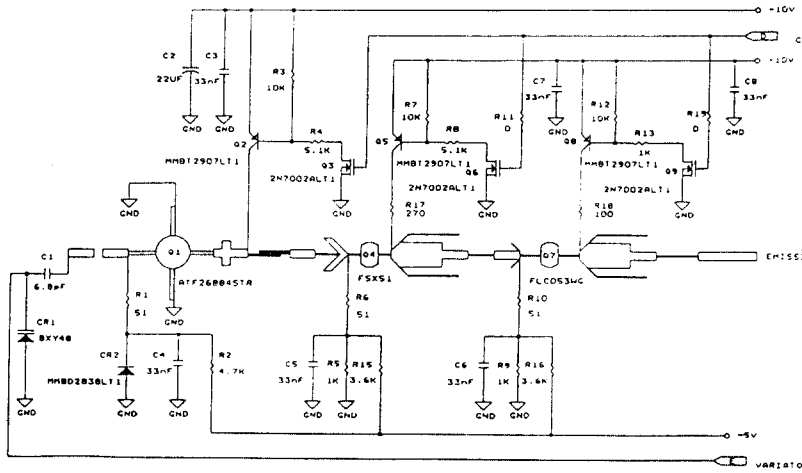
Q1 COLLECTOR 파형



Q4 COLLECTOR 파형

<그림 3-11> Q1 BASE 및 COLLECTOR 파형

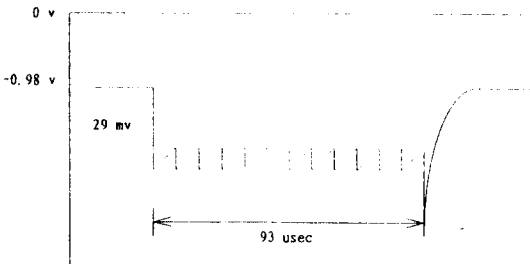
<그림 3-12> Q4 BASE 및 COLLECTOR 파형



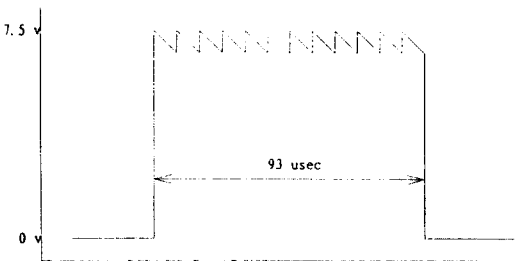
<그림 3-13> Microwave Transmitter

Q7 Transistor는 Microwave Amplifier Transmitter 증폭단 증폭기로서 약 16dB의 Gain을 갖으며 DC Block을 통하여 공급받은 신호를 약 16dB 증폭하여 Circulator를 통하여 Antenna에 공급해 준다.

Q7 Base 및 Collector 파형은 아래와 같다.



Q7 BASE 파형



Q7 COLLECTOR 파형

<그림 3-14> Q7 BASE 및 COLLECTOR 파형

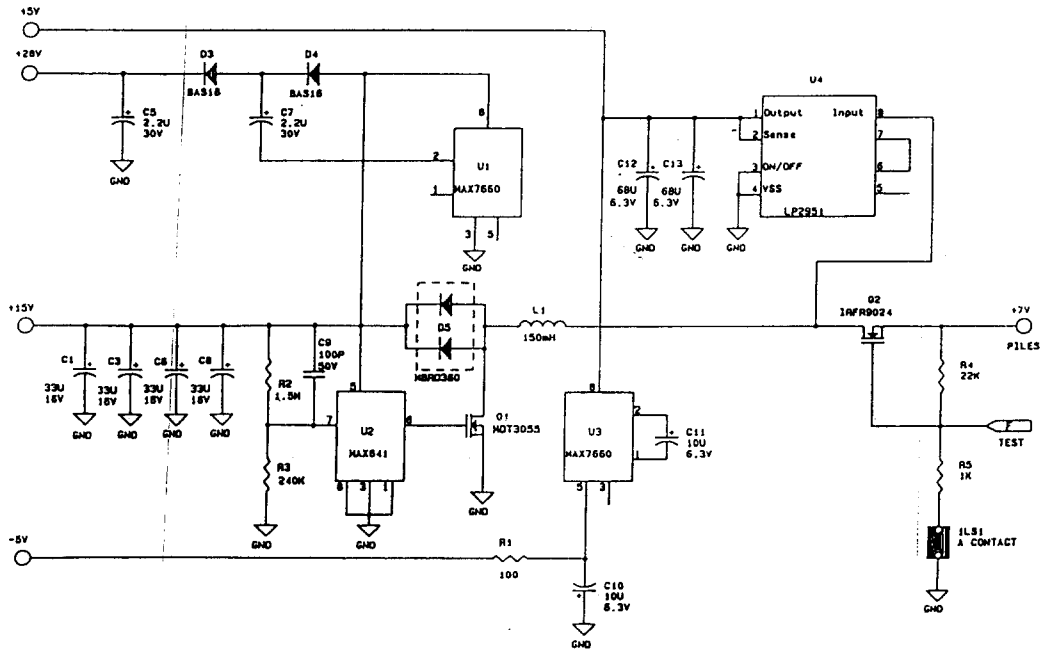
Q3, Q6, Q9는 Q2, Q5, Q8 Bias 전압 Switch용 Transistor이고 Q0, Q5, Q8은 Microwave Transmitter의 송신단 및 Drive단 Transistor Collector 공급전압 Switching용으로 동작하고 Q3, Q5, Q8에 의하여 Turn ON, OFF 된다.

3.6 POWER SUPPLY

Battery 전원 +7V를 Q2 Source로부터 인가되어 R4와 R5에 전압분배회로에 의해 Q2가 ON되면 Q2 Drain에 +7V가 공급되어 CMOS Voltage Converter IC4의 INPUT 8번에 공급된다. IC4의 출력전압은 +5V가 출력되고 이 전압은 -5V DC to DC Converter IC3의 8번에 공급된다.

Q2 FET에 의해 출력된 +7V 전압은 Inductor를 통하여 CR5에 인가되면 CR5를 통하여 Switching Regulator IC2의 5번에 공급되며 출력전압조정에 의하여 Q1 Transistor를 Switching하게 되면 출력전압은 +15V로 조정 되어진다.

+15V를 공급받은 IC1은 C7에 충전전압을 인가하여 CR4 와 CR3에 의해 배전압으로 승압되어 +28V 전압을 출력하여 송신단에 사용하여 진다.

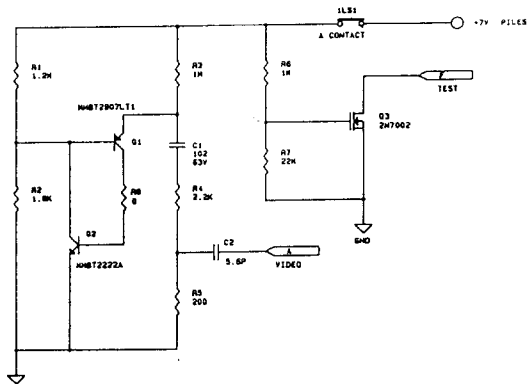


<그림 3-15> Power Supply

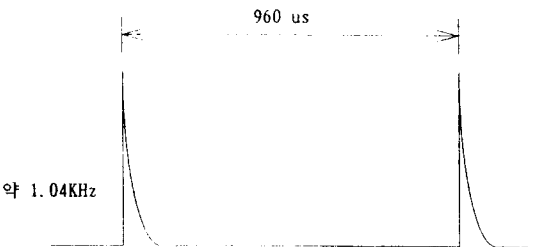
3.7 TEST DEVICE

Q1과 Q2로 작동되는 Trigger발진기는 R3, C1의 시정수에 의해 약 960 μ s의 주기를 갖는 Trigger를 만들어 Video Preamplifier에 C2를 통하여 출력단자 "A"에 공급하여 준다.

R6와 R7에 의해 Bias된 Q3 Transistor는 Turn ON되어 출력단자 "F"를 LOW로 하여 Logic회로에 Test Mode로 동작하게 되며 Test Mode Trigger Mode 발진파형은 아래와 같다.



<그림 3-17> Test Device



<그림 3-16> TEST MODE TRIGGER 발진파형

3.8 INTERFACE FOR LIGHT AND BEEPER

Logic 회로로부터 제어된 +7V 전원은 Interface를 통하여 "A" 단자로 공급받고 8개의 적색 LED D1~D8은 송신시 R1과 R2를 통해 공급받은 전압 7V로 ON되어 발광을 한다.

Interface Gate 74HC04 IC 1B 및 R3, R4, C1으로 구성된 약 6Hz의 구형파 발진기는 R3, R4, C1의 시정수에 의해 165ms 주기를 갖는 구형파를 발생한다. 파형은 아래 그림 A와 같다.

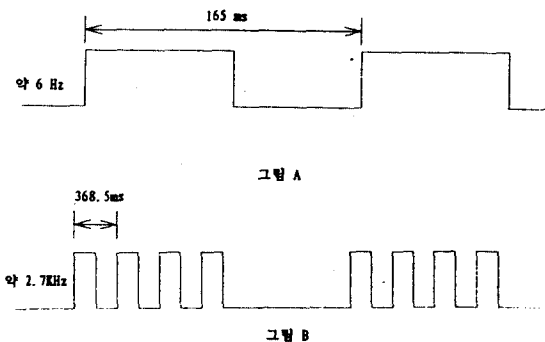
이 파형은 IC 1C에 의해 Interface 되어 D9 Switching Diode를 통하여 IC 1D 9번에 공급된다.

IC 1C와 IC 1E 및 C2, R5, R6로 구성된 약 2.7KHz의 구형파 발진기는 R5, R6, C2의 시정수에 의해 약 368.5μs 주기를 갖는 구형파를 발생하여 IC 1F를 통하여 Buzzer Y1을 구동한다. IC 1E의 Pin 10출력은 그림 B와 같다.

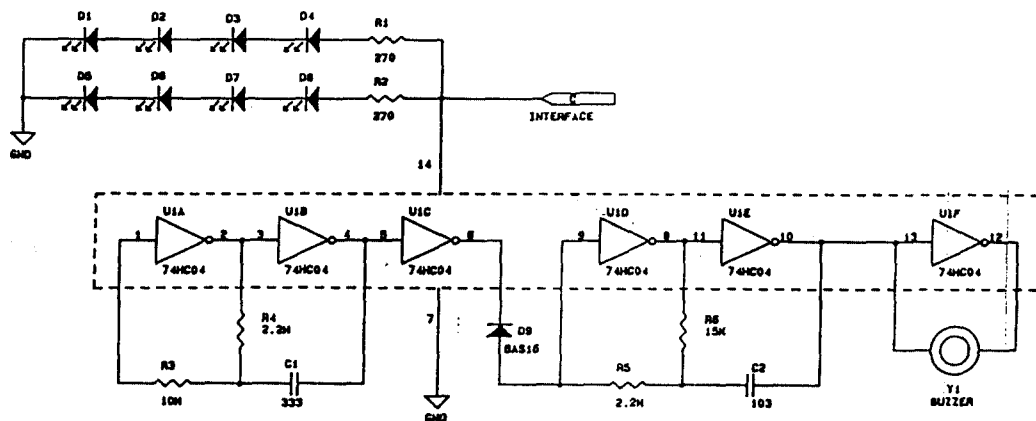
165ms의 주기를 갖는 IC 1C의 출력은 약 82ms 동안의 LOW 출력일 때 가청음 발진을 하는 IC 1D의 Pin 9를 LOW로 하여 가청음을 단절하고 약 82ms 동안의 HIGH 출력일 때 IC 1D의 Pin 9

를 HIGH로 함으로써 약 2.7KHz 가청음을 압전 부저(Y1)에 가청음을 들리게 한다.

이 연속적인 6Hz의 ON, OFF 동작을 반복함으로써 삐-삐하는 단속음을 발생한다.



<그림 3-18> 구형파 발진기에서의 출력파형



<그림 3-19> Interface for Light and Beeper

4. 시제품 성능평가

4.1 각 기기의 기능

(1) Spectrum Analyzer : Radar Transponder의 송신출력 및 수신감도, 송신 주파수 대역폭(OBW), 송신 주파수 범위, 중심 주파수(FC), 송

신 시간, 지연 시간을 측정한다.

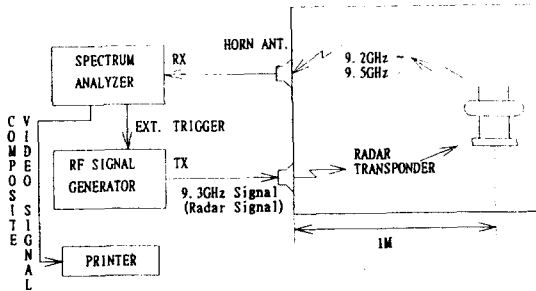
(2) RF Signal Generator : RADAR의 송신 출력 파형과 동일한 RF 신호를 발생하는 9.2GHz~9.5GHz의 극초단파 신호 발생 장치

(3) Shield Room : RADAR Transponder로부터 발사되는 전자파를 차단하여 외부로 누출되지 않도록 하여 주는 전파 차폐 장치

(4) Printer : Spectrum Analyzer에서 측정된 각종 파형 및 데이터를 인쇄하는 장치

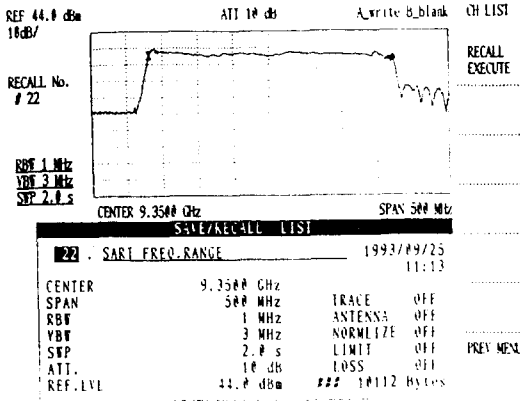
(5) Horn Antenna : Signal Generator로부터의 신호를 전파로 방사해 주는 안테나이며, 공중으로부터의 전자파를 수신할 수 있는 Horn형 Antenna이다.

4.2 시스템 구성



<그림 4-1> 측정장비의 시스템 구성

4.3 성능평가의 결과



<그림 4-2> 송신 주파수 범위 측정

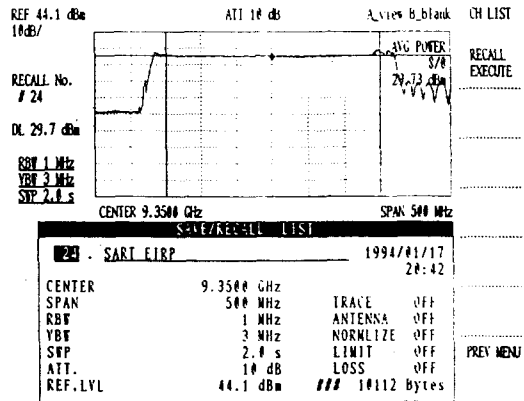
상기 그림에서 중심주파수(FC) 및 송신 주파수 대역폭(OBW)을 구하여 다음 공식으로 송신 주파수 범위를 구한다.

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

측정값 : $OBW = 340.7\text{MHz}$

$FC = 9.3511\text{GHz}$

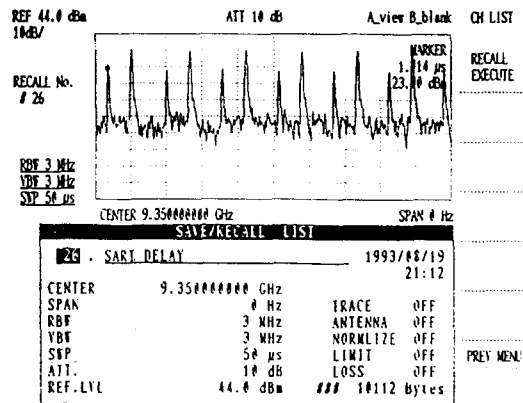
따라서 송신 주파수 범위는 $9.1776\text{GHz} \sim 9.5246\text{GHz}$ 가 된다.



<그림 4-3> 실효 송신 전력 측정

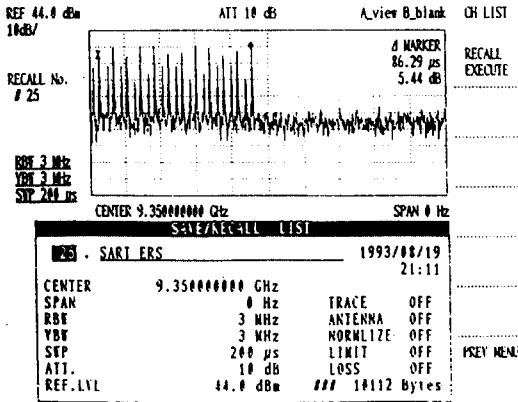
<그림 4-3>은 SPECTRUM ANALYZER를 이용하여 측정된 실효 송신 전력을 보인다.

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



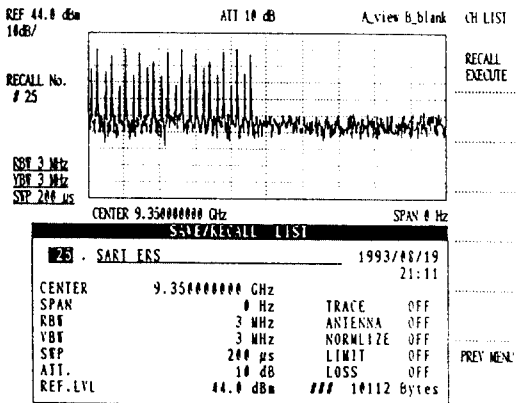
<그림 4-4> 지연시간 측정

SPECTRUM ANALYZER를 상기 그림과 같이 설정하고 MARK를 ON한 후 첫번째 작은 신호에 MARK를 맞춘후 지연시간을 측정한다. 이 때 측정치 1.714 μ s에서 계측기 지연시간 1.1 μ s를 빼면 0.614 μ s 가 됨을 알 수 있다.



<그림 4-5> 송신 시간 측정

SPECTRUM ANALYZER를 <그림 4-5>와 같이 설정하고 ΔMARK를 이용하여 첫번째 큰 신호부터 마지막 12번째 큰 신호에 맞추어 시간을 측정한다. 이때 측정된 86.29 μ s에 7.9 μ s를 더하여 94.19 μ s가 측정됨을 확인할 수 있다.



<그림 4-6> 수신감도 측정

SIGNAL GENERATOR를 이용하여 상기 그림의 신호가 깜빡거리기 이전까지의 ATT를 조정하여 수신감도를 구하여 기준 레벨인 +44dBm을 더한다. 따라서 측정된 10dBm + 44dBm은 54dBm이 됨을 알 수 있다.

5. 검토 및 결론

본 연구로 SART의 성능 규정을 철저히 분석하고 각 부분을 설계하며 시제품 제작 및 평가를 해 보았다.

본 연구에서는 SART 설계 기술을 확보하였고, 시제품 제작을 통해서 관련 신호처리 및 제작기술 확보 및 성능평가 기법을 개발하여 상품화 기반을 마련하였다.

전체 시스템 구성에 주안점을 두고 각 부분의 모듈을 구입하여 장비를 설계하였기에 양산하여 상품화를 위해서는 경제적인 측면, 원가 절감 측면에서 더 연구가 계속되어야 할 것으로 판단된다. 특히 안테나 부분은 고가로써 독자적인 모델 개발에 관한 연구가 절실하다.

참 고 문 헌

1. 孫 兌鉉 譯. 「IMO/STCW 국제협약」. 서울: 해문과학사, 1991.
2. 申 相珪, 金 基文. 「표준전파법규해설」. 서울: 동양과학사, 1991.
3. 한국무선국관리사업단. 「전파관계법령집」. 서울: 한국무선국관리사업단, 1990.
4. 한국통신학회. 「해상통신방식(GMDSS)」. 서울: 한국통신학회, 1988.
5. 체신부. 「무선통신규칙 결의 및 권고」. 서울: 체신부, 1990.
6. 「CCIR보고서」. 서울: 체신부, 1991.12.
7. 「IMO제14차~제17차 참가보고서」. 서울: 한국선급, 해운항만청, 1988-1991.4.
8. 「GMDSS실비예」. 古野電氣(株), 1992.
9. IMO. Amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea,

1974. London : IMO, 1990.
10. IMO. GMDSS Handbook, London : IMO, 1992
 11. ITU, CCIR 권고 775-3. ITU, 1990.
 12. IMO Resolution, 423(XI).
 13. IMO. "Mobile Satellite Services (Aeronautical, Land, Maritime, Mobile and Radiote-
termination)-Aeronautical Mobile Service. Annex 3 to Vol. VIII." CCIR Reports. Switerland : ITU, 1990.
 14. IMO. "Study Groups(1, 5, 6, 7, 8, 12). Vol.XV-1. "CCIR Questions. Switzerland : ITU, 1990.