

廣域 表層海流 觀測을 위한 TGPS Buoy 제작연구  
(중소기업 기술 무상양허 사업)

A study on the development of TGPS  
(Telemetering of Global Positioning System)  
Buoy for the measurement of surface sea current

1995. 6.

研 究 機 關  
韓 國 海 洋 研 究 所  
용 한 통 신

科 學 技 術 處

# 提 出 文

과학기술처장관 귀하

본 報告書를 “ 廣域 表層海流 觀測을 위한 TGPS Buoy 제작 연구 ”  
를 중소기업 기술 양허 사업에 관한 수행 결과 보고서로 제출합니다.

1995. 6

주관 기관명 : 한국해양연구소

사업 책임자 : 전 호 경

연 구 원 : 함 석 현

박 동 원

어 영 상

석 문 식

박 경 수

참여 기업명 : 용한 통신

연 구 원 : 차 주 성

이 계 영

차 주 연

한 준 규

# 要 約 文

## I. 題目 : 廣域 表層海流 觀測을 위한 TGPS Buoy 製作 研究

- 중소기업 기술 무상양허 사업

( A Study on the development of TGPS Buoy for the measurement  
of surface sea current )

## II. 연구개발의 必要性和 目的

### 1. 필요성

- 해양에서의 해류 구조 및 변화에 대한 지속적이고 동시성인 자료를 실시간으로 관측하고 이 분야 연구에 適合한 새로운 裝備개발 필요.

### 2. 目的

- 해양 이동 부이 및 수신 시스템 하드웨어와 운용 소프트웨어 기술 이전

- 해상 이동 부이 시스템으로부터 해양 자료 획득 및 전송 방법, 운용에 대한 노하우 기술 이전

## II. 연구개발의 內容

- Chip 소자를 사용 송 수신기 크기 축소

- TGPS 위치 추적 및 운용 프로그램 개선

- Buoy의 외형 및 부력 등 제작 기술

- 완성된 TGPS Buoy system 의 현장 시험 및 기술 전수

- 수신소 설치
- 송신부( Buoy ) 최종 점검
- Holey sock 연결 및 수중 투하
- 수신 자료 획득 및 분석

#### IV. 연구 개발의 結果

1) VHF대 송, 수신 System의 Chip화

- 기존의 전자 부품을 소형 경량화 시켜 PCB 기판의 안정도 및 충실도를 한층 강화시켰다.

2) RF Modem

- RF용 Modem의 제작과 FSK(Frequency Shift Keying) 변조 방식으로 Data의 질적 향상을 꾀하였다.

3) 위치 追跡 프로그램

- 많은 Menu를 만들어 사용이 쉽고 편리하며 자료의 손실을 막을 수 있도록 프로그램이 개선되었다.

4) TGPS Buoy Hull

- 부이의 모양은 지름 400 [mm]의 球 형태로서 재질은 FRP 합성 수지이며, Holey sock의 규격은 WOCE program에서와 동일하다.

## V. 結論 및 提案

제작된 TGPS Buoy의 완제품은 1994년 3월부터 1995년 6월까지 포항(장기갑 등대), 부산앞, 홍도 부근 해역, 제주 해협 등 여러 해역에서 계속적으로 실험을 통하여 보완하고 개선하였으며 다음과 같은 주요 결과를 얻었다.

- 송신기의 출력은 DC 12 [V]에서 약 5[W]가 가장 경제적 전송 출력이었으며
- 운용 프로그램을 점진적으로 개선을 하였고,
- Buoy Hull은 두개의 반구로 구성되어 있기 때문에 수중에 투하전 반드시 수밀 여부 확인이 필요하다.
- Holey sock은 깊은 수심과 얇은 수심에서 쉽게 수심 변경이 가능하도록 개선하는 것이 필요하며
- 수신소의 설치는 가능하다면 전파 장애가 되지 않는 높은 곳에 설치하는 것이 바람직하다.
- 추적 프로그램에 사용될 우리나라 전 해안선과 근해에 대한 GIS 작업은 통일된 방법으로 제작하고 규격화한 후 각 해역을 File화하여 분리 사용하는 방향으로 개선되어야 할 것이다.
- 본 system을 응용하여 해류 유동과 구조를 실시간으로 파악 분석하여 현재 국제적으로 深刻하게 대두되고 있는 海洋汚染 擴散, 항만 토사 이동의 원인 규명 등 해류에 연관된 제반 문제에 대하여 예측, 진단을 하고 대처할 수 있는 기초 연구를 할 수 있다.
- 기존의 상품화된 표층 해류 관측 부이( 예 : 아고스부이)에 비하여 운용비 및 제작 단가가 저렴하다.
- 사용 주파수에 대한 상업적인 考慮가 있다면 해상뿐 아니라 육상에서도 다목적으로 충분히 應用 할 수 있다.

## SUMMARY

### **I. Title**

A Study on the development of TGPS(Telemetering of Global Positioning System) buoy for the measurement of surface sea current.

### **II. Necessity and objective of the study**

#### 1. Necessity

- Need to new equipments for the study and measurement of ocean current and ocean variation data on real time and the same time and durability.
- Need to a new methode of the measuring system for the ocean surface current which is applied to radio communication and GPS.

#### 2. Objective

- The technical transfer for the manufacturing of the hardware and operation software of the ocean buoy system.
- The technical transfer a knowhow of the data acquisition and telemetering from the ocean buoy system.

### **III. Scope of the study**

- Make a small size the dimension of transmitter and receiver unit using the chip electric components.
- Improvement for the software of operation and tracking of TGPS buoy.

- Development for the technique of manufacturing of size, shape, and buoyance of the TGPS buoy hull and holey sock.
- Field experiment of TGPS buoy
  - . Established the receiving station
  - . Final inspection of electrical function before buoy deployment
  - . Connection and confirm of the holey sock and buoy before the launching
  - . Data acquisition and analysis

#### **IV. Result of the study**

1. Miniaturization of transmitter and receiver system.
  - Using the chip electric components and make more a stability, reliability of the circuit board.
2. Design and development of RF Modem(Tx and Rx)
  - Elevation of data quality with FSK modulation by the RF modem.
3. Positioning program
  - The positioning program has advanced for more convenient and powerful for user.
4. TGPS Buoy Hull
  - The buoy hull is a spherical shape and the material is FRP and diameter is 400(mm). The specification of holey sock is as same as WOCE program.

#### **V. Conclusions and suggestions**

The TGPS buoy system has been Field experiment at East-south sea (KuRyongPo, Pusan), South sea(The strait of Cheju) and West sea(Hong Do, AnMyun Do) in Korea since March 1994.

After field experiment has appeared some points of improvement matters

- The followings are results of field experiment.

- 1) The frequency is 155.400(Mhz) band and it was not much white noise for operation
- 2) A suitable RF output power was 5(W) on 12(V) DC battery.
- 3) The software has improved more useful and easy handling for user
- 4) Must be carefully check to sealing parts of buoy before launching
- 5) Could be changing the lengths of holey sock can use at deep sea and swallow water boths
- 6) If possible to establish the receiving station at height location and it is better to does not disturbed of radio wave
- 7) It is more efficiency of prepared separation of the GIS file on all coastal map in Korea
- 8) It is possible to real time measuring the ocean surface current and circulation pattern
- 9) It could be cost down for sea surface current survey than other tracking buoy using the satellite

Most important things are the antenna matching on Tx and watertight of buoy, selection of the receiving station, and all data recording with PC. This technique of TGPS system enough to applied not ocean but also a multi purpose of tracking system at land.

# 目 次

제출문		
요약문	-----	i
Summary	-----	iv
목차	-----	vii
List of Figures	-----	ix
List of Tables	-----	x
List of Photos	-----	x
第 1 章 序 論	-----	1
第 2 章 시스템의 실용화	-----	2
2.1 시스템의 특성	-----	2
2.2 송신부	-----	5
2.2.1 Buoy hull	-----	5
2.2.2 송신기 및 모뎀	-----	8
2.2.3 Holey Sock	-----	10
2.3 수신부	-----	12
2.3.1 수신기	-----	13
2.3.2 TGPS program	-----	13
1 構成	-----	13
2 運用	-----	14
가. 화면의 구성	-----	14
나. 프로그램의 기능	-----	16
第 3 章 종합 실험	-----	18
3.1 특성 분석	-----	18
3.1.1 부이	-----	18
3.1.2 마이크로 프로세서	-----	18

3.1.3 회로	20
1. 송신부	20
가. 송신용 RF modem	23
나. Modem의 기능과 구조	25
다. Modem의 송신 기능	25
2. 수신부	26
가. RF 초단 증폭기 및 국부 발진기	29
나. 제 1 중간 주파수	30
다. 제 2 중간 주파수 및 가청회로 (복조회로)	30
라. 수신 RF Modem	30
3.2 현장 실험	32
3.2.1 제주 해협	32
3.2.2 홍도 부근 해역	35
3.3 주의할 점 및 개선점	37
3.3.1 주의할 점	37
3.3.2 개선점	37
제 4 章 結論	39
參考文獻	41
Appendix A. Photos of TGPS system	42
Appendix B. Parts list of TGPS PCBs	46
附錄	
Operational manual of TGPS	부록

## List of Figures

Fig. 1. Configuration of TGPS system A) B) C)	3
Fig. 2. The inside and outside of TGPS buoy	6
Fig. 3. Power and antenna wiring diagram of TGPS buoy	7
Fig. 4. Wiring diagram of TGPS transmitter	9
Fig. 5. Schematic of Holey sock	10
Fig. 6. The connection between the radial hub and the top ring	11
Fig. 7. Ground plane setting ( GP 3 step antenna )	12
Fig. 8. The screen of buoy trace by TGPS program	15
Fig. 9. Transmitter algorithm of microprocessor	19
Fig. 10. Transmitter circuit	21
Fig. 11. Circuit of RF modem(Tx)	24
Fig. 12. Function of modulation and demodulation	25
Fig. 13. Block diagram of Receiver	27
Fig. 14. Receiver circuit	28
Fig. 15. RF Amp and 1st IF	29
Fig. 16. Circuit of RF modem(Rx)	31
Fig. 17. Trajectory of TGPS field experiment at the strait of Cheju	34
Fig. 18. The screen of TGPS buoy No.5 at Hongdo	36

## List of Tables

Table. 1	Specification of TGPS system	4
Table. 2	Organization of TGPS program	14
Table. 3	The value of components of the Tx power circuit	23
Table. 4	TGPS buoys of field experiment at the strait of Cheju	33
Table. 5	TGPS buoys of field experiment at Hongdo	35

## List of Photos

Photo. 1	TGPS Buoy	43
Photo. 2	Inside view of TGPS buoy	43
Photo. 3	Inside view of transmitter	44
Photo. 4	Inside view of receiver	44
Photo. 5	Receiving station	45
Photo. 6	Receiving antenna	45

# 第 1 章 序 論

해양 연구 중 海流測定 방법에는 일반적으로 크게 直接測定 과 間接測定 의 두 가지로 분류한다. 보통 해양 관측 업무를 수행함에 있어서 해류 관측으로는 주로 직접 측정 방법으로 실시하며 이 방법은 다시 두 가지로 나눈다.(William, 1989)

첫째 일정한 점에서 수심과 시간에 따른 해류의 속도와 방향을 관측하는 방법인 Eulerian 측류와, 둘째는 조사 해역에서 해류의 흐름을 평면적으로 전체적인 변화 모양을 관측하는 방법인 Lagrangian 측류이다. 전자는 고정 점에서 여러 가지 형태의 유속계를 수심에 따라 계류하여 해수의 흐름을 관측하고 기록하는 방법이며, 후자는 부표(Buoys or Drogues)추적 또는 Dye 확산실험등 해상에 어떤 물질을 투여한 후 해류에 따라 이동하는 것을 시간 별로 그 변화를 관측하는 방법이다.(William 1989) 후자는 관측자가 표류하는 물체를 계속 따라다니며 그 위치를 시간 별로 기록하던가 또는 레이더로 표류 물체를 관측하는 방법으로 표층 해류의 실제적인 관측은 가능하나 그 정확도가 떨어지고 아울러 인력 및 경제적으로 인한 장시간의 관측이 어려운 실정이었다. 또한 해상 상태에 따라 선박 운항에 한계가 있어 자료 획득에 제한적 요소로 작용하게 되며, 한 척의 조사선에 의한 여러 관측점에서의 관측은 엄밀한 의미에서의 동시 관측이 아니다.(석, 등, 1991) 이러한 여러 가지 문제들을 개선하고 보다 정확한 자료를 획득할 수 있는 새로운 방법으로 표층 해류 관측 시스템을 개발하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

본 연구는 조사 해역에서의 해류의 유동 상태를 표류시킨 부표에 위성 수신 장치를 장착하여, 표류 위치를 위성으로부터 수신과 동시에 재 송신하여 Base station에서 부표 표류 자료를 실시간으로 획득할 수 있는 TGPS( Telemetric of Global Positioning System) Buoy를 개발하였다.

## 第 2 章 시스템의 실용화

### 2.1. 시스템의 특성

본 시스템은 과거 군사 목적에서만 이용하다가 현재 급속도로 일반화되고 있는 인공위성 위치 측정 방법(Global Positioning System)을 이용하여 육상 또는 해상에서의 이동 물체를 추적할 수 있는 시스템이다.

지금까지 몇몇 선진국에서 위성을 이용하여 이동 물체를 추적하는 방법을 상품화 하였으나 운용상에서 위성 사용료가 고가 일뿐 아니라 자료의 실시간 응용에 여러 가지 제약으로 어려움이 있기 때문에 이러한 복잡한 문제들을 해결하고 실 수요자가 자료를 언제든지 응용할 수 있도록 개선하였다.

시스템의 구성은 크게는 송신부와 수신부 및 소프트웨어의 세부분으로 구분된다. 세분화하면 Fig. 1 과 같이 위성 수신 모듈과 송신 RF Modem 그리고 송신기로 구성된 이동 송신부(Fig.1.A)가 있고, 이들 이동 송신부로부터 신호를 받는 수신기와 수신 RF Modem (Fig.1.B)있으며, 이 신호를 수집 처리하는 소프트웨어 (Fig.1.C)로 구성되어 있다. Table.1은 본 TGPS 시스템에 대한 전체적인 규격을 나타낸 것이다.

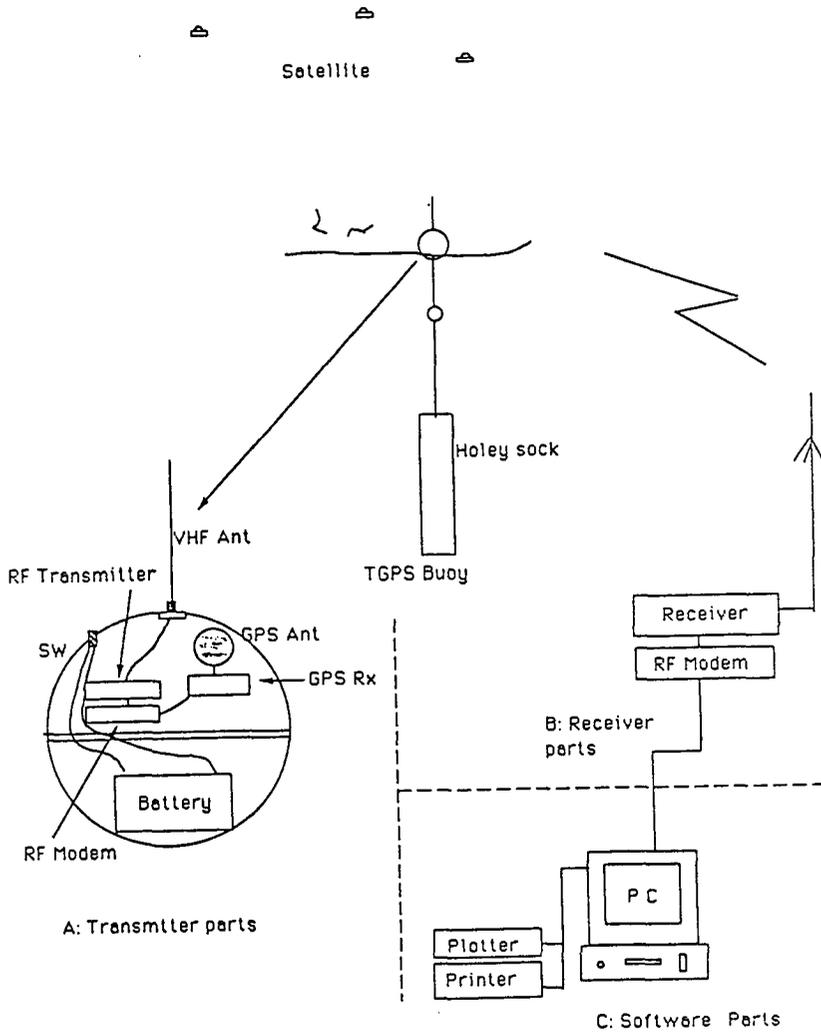


Fig. 1 Configuration of TGPS system A) B) C)

Table. 1 Specification of TGPS system

<p>1) Transmitter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Power supply</li> <li>. Frequency band</li> <li>. Channel</li> <li>. Modulation</li> <li>. Ant</li> <li>. Range</li>   <li>. Transmitting time</li> <li>. Power SW</li> <li>. RF Power</li> </ul>	<p>DC 12 [V]  155 [Mhz]  Option  FSK  Whip 50 [ohm]  Over the 30 [Km] ( Depend on RX station level )  Variable ( Option )  External On/Off  5 [W]</p>
<p>2) Receiver</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Power supply</li> <li>. Channel</li> <li>. Ant Type</li> <li>. Data out</li> <li>. Sensitivity</li> <li>. External audio SP</li> <li>. Portable/Easy installation</li> </ul>	<p>AC 110/220 or DC 12 [V]  Option  155 [Mhz] band 3 stage GP type  Serial output for PC  Less then 0.3 [<math>\mu</math>V] / 20 [dB]</p>
<p>3) Monitoring Program</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. TGPS buoy location</li>   <li>. Time</li> <li>. Buoy speed ( Current speed )</li> <li>. Course ( Direction )</li> <li>. Buoy ID No.</li> <li>. Surface Temperature data</li> <li>. Range ( From RX to TGPS )</li> <li>. Available calling each buoy</li> <li>. Variable changing scale ( Easy zooming )</li> <li>. Available port selection</li> <li>. 그 밖의 화면상에 나타난 각 Buoy의 결과를 색으로 구분하여 시각적인 판별이 쉬우며 이용자가 기타 필요한 명령이 가능하도록 메뉴 기능이 있다.</li> </ul>	<p>Latitude, Longitude and UTM X, Y  GMT and Local Time  Knots  Degree  Option [<math>^{\circ}</math>C]  mmmm.m [m]</p>

## 2.2. 送信部( Buoy)

바다에 표류하면서 자료를 송신하는 송신부는 인공위성으로부터 위치 자료를 받는 GPS 수신 모듈과 위치 자료를 변조하여 보내는 모뎀, 그리고 VHF대 송신기가 있다. 그리고 부이는 해류의 흐름에 따라 움직임이 정확해야 하므로 그 밑에 Fig. 1에서와 같은 Holey sock을 연결하여 사용한다.

### 2.2.1 Buoy hull

Buoy Hull의 재질은 FRP의 합성수지를 사용하였으며 Buoy의 모양은 완전한 球로서 상하 반쪽씩 접합하도록 하였다. 바람 및 해수 등의 저항을 최소화하기 위해서 부표의 크기는 가능한 한 작게 만들고자 하였으나 전자장치 및 장기간 작동을 하기 위한 전원이 차지하는 최소한의 공간이 필요하다. 아울러 이러한 요소를 충족하기 위한 부력이 있어야 하며 또한 안정성을 유지 시켜야하므로 세심하게 만들었다.

부이는 Fig 2와 같이 두개로 나누어 볼 수 있는데 상부에는 VHF 안테나와 전원 스위치가 외부에 노출되어 있고 내부에는 안테나 접지가 Fig. 2와 같은 모양으로 삼각형의 동판에 배치되어 있다.

부이의 하부에는 배터리를 넣을 수 있는 공간과 송신기와 GPS Module이 설치되게 된다.

상부와 하부는 12개의 볼트와 너트로 연결되는데 그 사이에 실리콘 그리스를 바른 고무판을 사용하여 수밀을 유지할 수 있게 하였다.

연결시 주의할 점은 배터리의 +(Plus), -(Minus)를 정확히 알고 전원을 연결해야 하며 상부를 닫거나 열 때 안테나가 부러지거나 휘어지지 않게 해야 한다. 그리고 부이 내부로 해수가 침입되지 않게 고무판을 잘 조여 주어야 한다. 그리고 외부에 도출된 부분으로 해수가 스며들지 않게 잘 사용해야 한다.

Fig. 3 는 부이 내부의 전원 연결도 이다.

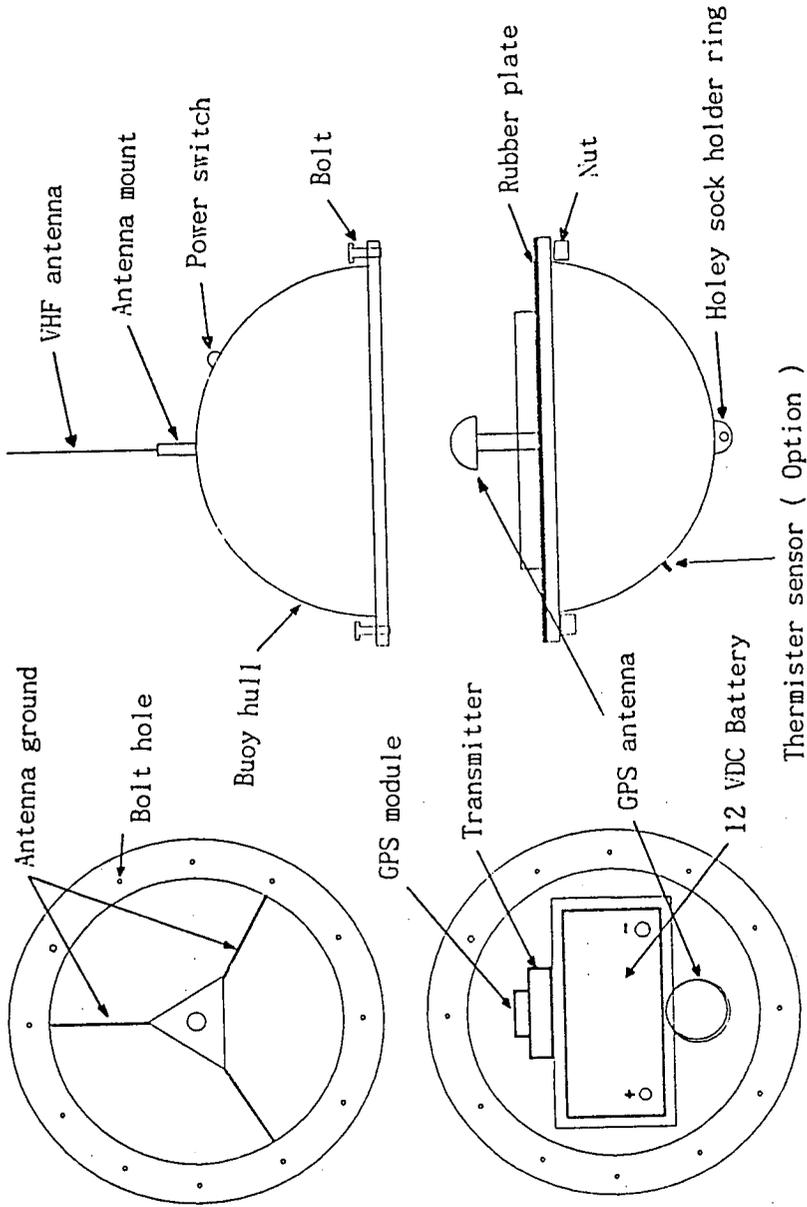


Fig. 2. The inside and outside of TGPS buoy

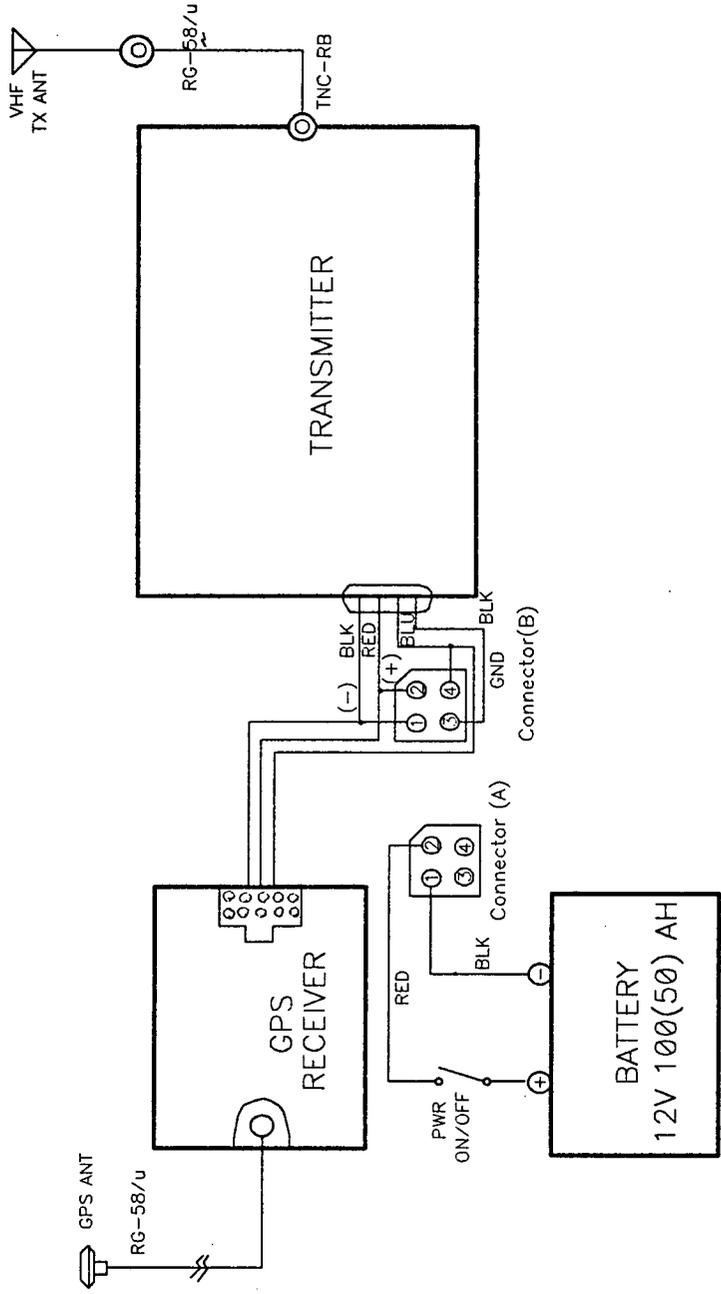


Fig. 3. Power and antenna wiring diagram of TGPS buoy

### 2.2.2 송신기 및 Modem

Buoy 내부의 공간을 효율적으로 활용하기 위해 Connector를 이용하여 선의 가닥 수를 최소한으로 구성하였다. 전자보드는 가능한 최소한의 크기로 만들기 위해 IC화 된 부품으로 대체하여 전자보드 간격 및 공간을 줄였고, 전원 소모를 줄이게 됨으로서 사용 효율을 높였다.

송신기의 출력은 가능한 5 [W]로 정하여 만들고, 주파수는 VHF대 사용하게 했다. Photo 3은 송신기의 내부 모습으로 회색의 케이스에 송신기와 Modem 그리고 Power Amp.를 집어넣어 더 작게 집적화 시켰으며, 습기를 막기 위해 O-ring을 이용했다.

그리고 Fig. 4의 송신기 구성의 연결도를 보면 송신기와 Modem 그리고 Power Amp. (PA)의 전원 연결과 자료 전송 관계를 알 수 있으며, Modem에는 ID Number와 송신 시간 및 송신 간격을 변화 시키기 위한 DIP 스위치가 있어 사용이 쉽게 만들었다.

전원의 소모와 출력의 크기는 거의 비례하기 때문에 한정된 전원으로 출력의 효율을 높여야 한다. 부표에 설치한 안테나는 5/8파장 길이의 무지향성 회초리형 안테나이다.

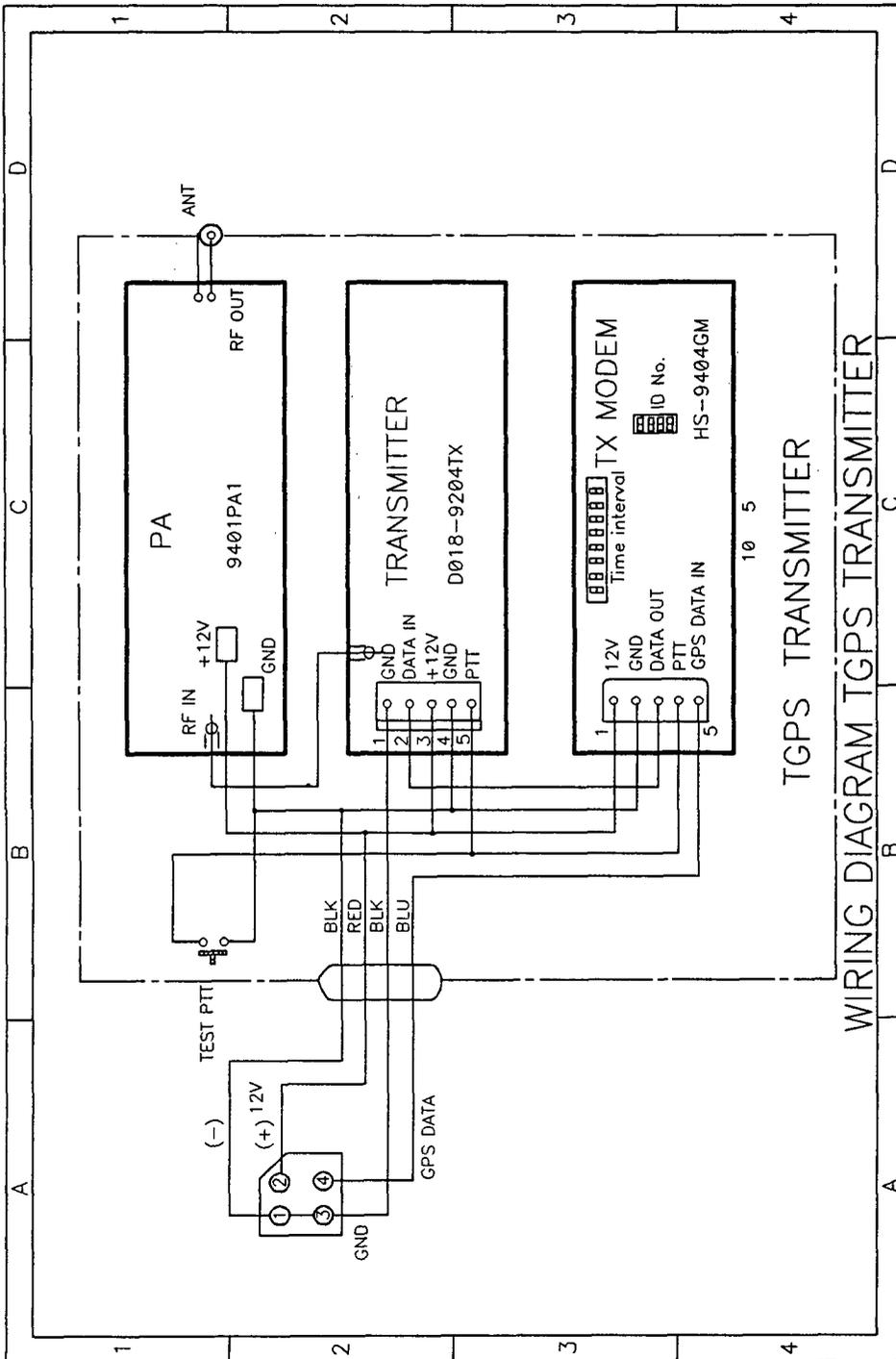


Fig. 4. Wiring diagram of TGPS transmitter

### 2.2.3 Holey Sock

수중에 잠기게 되는 Drogue 의 모양은 수중에서 미끄러지지 않고 물의 흐름과 동일하게 흐를 수 있는 방법으로 Holey sock을 사용하고 있다. Fig. 5는 Drogue( Holey sock )로서 원통형의 자루모양으로 되어있다. 이러한 모양을 수중에서 유지시켜 주기 위하여 Holey sock 전체 길이를 원통형의 직경과 같은 길이로 나누어 마디를 만들고 각 마디에는 같은 크기의 원형 플라스틱 튜브를 고정하여 모양을 유지시켰다. 그리고 몸체 측면에 있는 구멍의 직경은 몸체 직경의 반으로 되어있다.<sup>5)</sup>

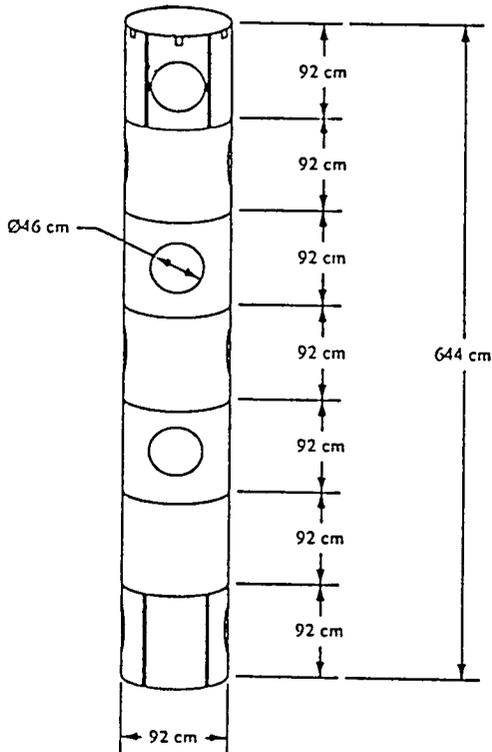


Fig. 5. Schematic of Holey sock

Fig. 6은 Holey sock 맨 위에 있는 기구로서 표층부표와 연결되는 부분이다. 6 개의 지지대로 마치 자전거 바퀴모양으로 되어 있으며 이 지지대가 교차하는 중앙 지점에 부표를 연결한다. 이 지점은 모든 외력이 교차하는 점으로 연결점의 마모 및 이완을 방지할 수 있도록 강력한 합성 수지의 접착제로 단단히 고정 시켰다.

재질은 특수 코팅을 한 천으로 해수에 오래 견딜 수 있고 특히 부표와 Holey sock의 연결부분이나 내부에 기구 적인 조립상태가 해수의 유동으로 인한 수 없이 반복되는 물리적인 운동에도 그 기능이 충분하게 발휘될 수 있도록 했다.

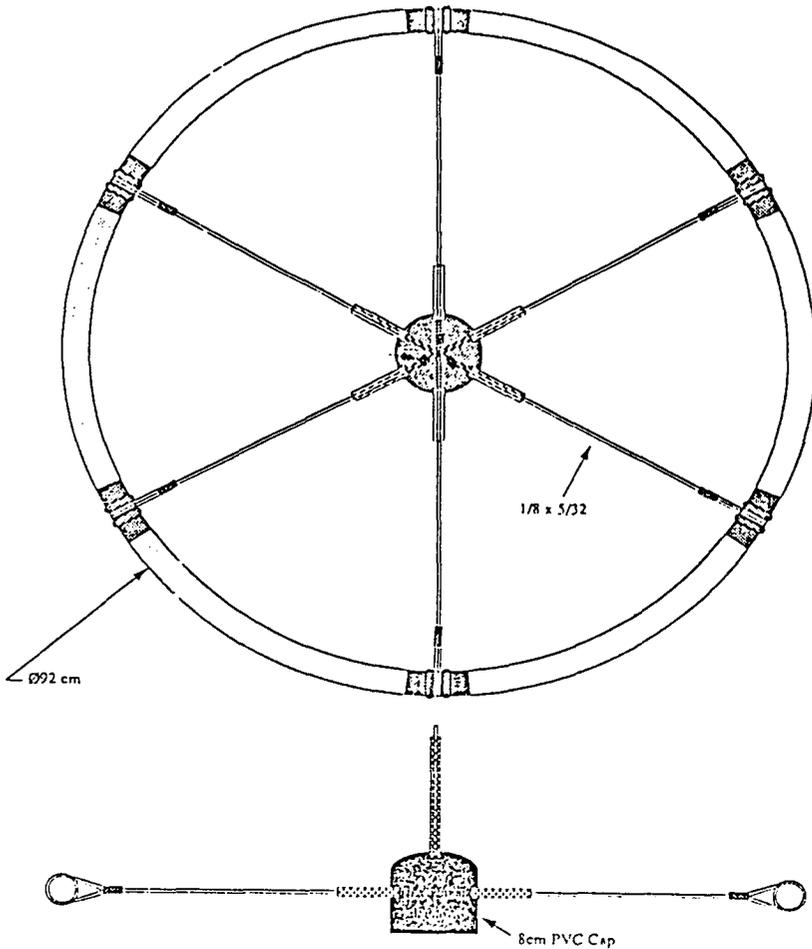


Fig. 6. The connection between the radial hub and the top ring.

### 2.3 受信部

수신부는 VHF대 수신용 안테나와 수신기 그리고 모뎀(수신용) 및 컴퓨터로 구성되어 있다. ( Photo 5) 움직이는 부이로부터 방사되는 무선 신호는 수신소에 설치된 3 단 GP안테나를 통하여 수신된다( Fig. 7 참조). 이 자료는 PC에 입력되기 전에 수신 RF Modem에 입력되어 FSK신호를 디지털의 신호로 복조하여 Serial interface로 컴퓨터와 연결된다. 수신소 안테나의 위치는 가능한 한 전파 장애를 받지 않고 위치적으로 장애물이 없는 높은 곳일수록 효과적이나 안테나와 수신기 사이에 인입선의 길이가 너무 길어지는 것도 바람직스럽지 않다.

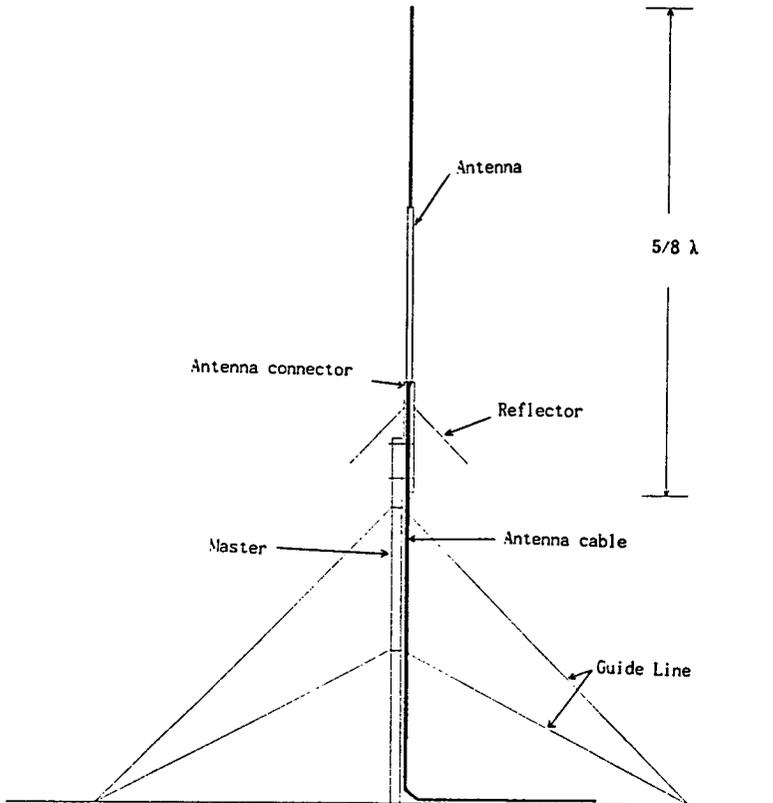


Fig. 7. Ground plane setting ( GP 3 step antenna )

### 2.3.1. 수신기

수신기의 전원은 비교적 안정적으로 공급되는 곳이지만 정전시를 생각해서 축전지도 가능하게 만들었으며 RF 수신용 모뎀을 VHF로 맞추었고 각 부이의 주파수 Filter의 감도는 자료의 손실이 없도록 만들었다.

처음 수신기는 RF수신용 Modem과 분리하여 사용 하였으나 모뎀과 수신 부분을 Photo 4와 같이 하나의 케이스에 넣고 2개의 주파수대만 수신할 수 있게 만들었다.

### 2.3.2 프로그램부

#### 1. 구성

TGPS PROGRAM은 C언어로 만들어져 있다. 컴퓨터의 구성은 주요 프로세서가 486DX급 이상이면 운영하는데 있어서 별어려움이 없을 것이다. 연구지역의 해안선 혹은 섬의 지도 등을 위하여 RAM은 640KB이상이 요구되며 실행 시에는 최소한 383KB가 필요하다. 또한 하드메모리 여유용량 3MB이상 되어만한다. 프로그램을 실행시키기 위해서는 Table 2과 같은 파일들이 같은 디렉토리 영역에 존재하여야만 작동이 된다.

이 Table 2의 파일들 중에서 제일먼저 수정해야 하는 것은 TGPS.CTL 파일이다. 이 파일은 연구지역에 대한 기본적인 좌표, 수신소 위치, 저장할 파일명, 모니터 상에 나타나게 하는 기준이 되는 좌표 등을 항상 초기에 검색 후 수정하여 주어 모니터 할 수 있는 연구 지역이 곧바로 나오게 된다.

Table 2. Organization of TGPS programs

파일명	내 용	비 고
1. TGPS.CTL	TGPS.EXE를 실행하기 앞서 실행하기 위해 필요한 정보가 저장된 CONTROL 파일이다.	
2. TGPS.EXE	본 프로그램의 실행파일이다.	
3. COAST.DAT	연구 활동 지역의 해안선을 그리는 데 필요한 데이터가 저장된 파일이다. (해안선 데이터는 UTM 좌표 값으로 해서 DIGITIZER로 생성한다.)	
4. TRACE.DAT	GPS 수신기로 받은 데이터를 TRACE를 할 때 필요한 파일이다.	연구활동 종료 후 자료를 보고자 할 때 (처음에는 사용 안함)
5. EGAVGA.BGI	본 프로그램을 실행하기 위해 필요한 그래픽 드라이브 파일이다.	DOS용 VGA 카드
6. TGPS.SSJ	해양연구소의 심볼마크 아이콘을 그리기 위해 필요한 파일이다.	

## 2. 운용

### 가. 화면의 구성

화면은 Fig. 8과 같이 나타난다. 화면에 표시되는 각각의 인자들은 검은 색 화면 부분은 해안선(GREEN), BASE(WHITE)(고정 TGPS 수신소 또는 이동하는 TGPS 수신소), 그리고 TRACE나 GPS선택시 각 BUOY를 표시하여 준다. 그리고 각각의 박스(LIGHTGRAY)는 다음과 같이 되어 있다.

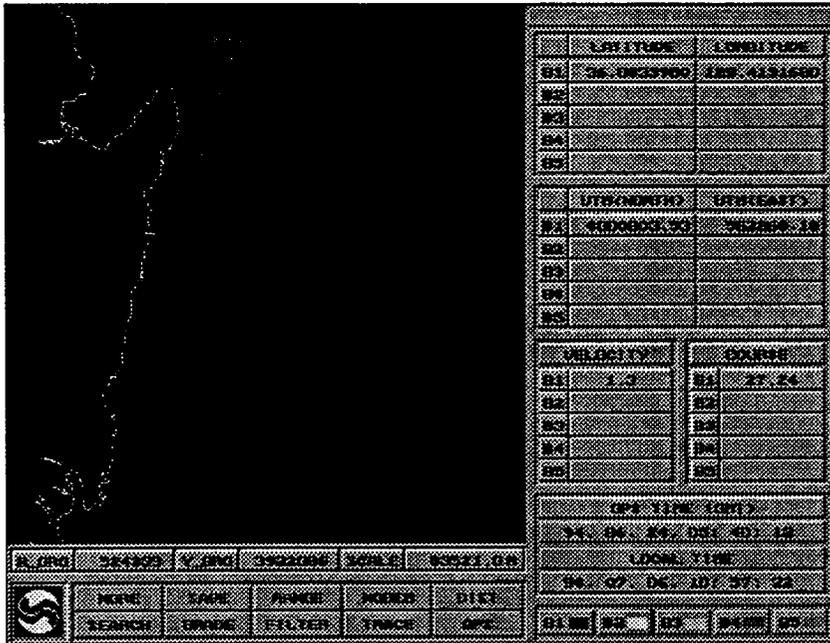


Fig. 8. The screen of Buoy trace by TGPS program

- . LATITUDE, LONGITUDE BOX  
각 BUOY에 대한 LATITUDE, LONGITUDE의 값을 표시한다.
- . UTM (NORTH, EAST) BOX  
각 BUOY에 대한 UTM VALUE (NORTH, EAST)의 값을 표시한다.
- . GPS TIME (GMT) BOX  
각 BUOY가 위치한 GMT(Greenwich Mean Time) 시각을 표시한다.
- . LOCAL TIME BOX  
사용자가 위치한 현지 시각(CPU TIME)를 표시한다.
- . 각 BUOY를 식별하는 색상 BOX
  - B1 : LIGHTBLUE
  - B2 : YELLOW
  - B3 : LIGHTCYAN
  - B4 : LIGHTRED
  - B5 : LIGHTMAGENTA

- SIGNAL BOX

각 BUOY에 대한 데이터가 처리될 때 각 BUOY에 해당하는 SIGNAL 표시

- X\_ORG, Y\_ORG BOX

화면의 기준이 되고 있는 좌표(UTM)

- 화면의 축척 비율(SCALE) BOX는 화면의 축척 비율을 표시한다.

- MENU BOX : 각각의 OPTOIN를 나타낸다.

(단축키는 RED로 표시 : A, B, D, E, F, G, H, I, M, O, P,  
R, S, T)

나. 프로그램의 기능

1) 화면

모니터 상에는 앞에서 설명한 박스 외에 Buoy를 한 눈에 볼 수 있게 만들어진 부분이 있다. 마치 지도위로 차가 길을 따라 움직이는 것과 같은 방법을 도입하여 상황에 따라 화면 전체를 위, 아래, 우측, 좌측으로 이동하여 Buoy를 찾을 수 있으며 전체화면을 확대, 축소하여 필요한 지역에서의 Buoy 이동 상황을 보다더 잘 볼 수 있게 하였다.

화면의 기준 점을 정하여 필요한 위치를 즉시 관찰할 수 있게 만들었고 축척의 비율을 [m]단위로 표시함으로써보다 더 효율적으로 볼 수 있게 만들었다.

2) 자료처리

입력되는 자료의 신뢰도를 확인 및 검증하기 위하여 첫째로는 프로그램 상에서 Buoy에서 보내준 자료가 정해진 양식으로 어떠한 잡음도 들어가지 않고 정확히 전달되었는가를 확인하는 기능과 둘째로는 GPS가 인공위성의 상태가 좋지 않아 자료가 정확한 위치를 표시할 수 없을 때 사용하는 기능을 만들었다.

그 기능을 살펴보면 다음과 같다. 첫 번째의 기능은 수신되는 자료의 기본형식을 분석한 후 수신되는 자료와 비교하여 형식과 틀리면 프로그램

내에서 자료자체를 인식하지 않는다. 자료의 형식을 분석하여 콤마(,) 갯수를 프로그램 내에 인식시킨 후 프로그램을 실행시켜 수신되는 자료의 콤마 갯수를 비교하여 송신시 생길 수 있는 정확하지 못한 자료를 사전에 검출하여 정확한 자료만을 사용할 수 있게 하였다.

두 번째의 기능은 그 선택에 있어 신중을 기해야 하는 것으로 Filter 기능을 선택하기 전에 몇 개의 자료를 받아 보면서 자료가 정확하게 들어오는가를 분석후 선택하면 된다. 이 기능을 선택하게 되면 기본으로 되어 있는 거리 폭 10 [m](사용자 변경 가능)로 작동된다. 이 기능을 선택하면 첫번째의 위치 자료와 비교 후 정해진 거리 폭에서 벗어나면 첫번째 자료를 화면에 나타내 주고 잘못된 자료를 화면에 나타나지 않고 단지 저장만 한다.

### 3) 수신소 ( Base station )의 이동

Buoy를 바다에 띄운 후 Buoy의 상태, 자료의 전송 등을 확인할 때 배에서 직접 확인함으로써 작동 여부를 판별하고 위치를 정확히 비교하기 위하여 필요한 기능으로 배에서도 위치 자료를 받아 비교할 수 있게 PORT를 두개 사용할 수 있도록 만들었다. 하나는 Buoy 자료들을 받는 것이고 또 하나는 배의 위치 자료를 받는 PORT로 되어 있다.

### 4) 수색

여러 개의 Buoy를 한 화면에 축소하여 볼 수는 있으나, 원하는 Buoy의 정확한 흐름, 정확한 위치, BASE와의 관계, 그리고 거리등을 자세하게 육안으로 확인 또는 관찰할 때 쓰이는 기능이다. 또한 이 기능으로 여러 곳으로 흩어진 Buoy들을 쉽게 찾을 수 있다.

## 제 3 章 종합 실험

### 3.1. 특성 분석

#### 3.1.1. 부이

부이의 모양이 구형이기 때문에 이동시 또는 현장 운용시에 주의가 필요하다. 즉, 흔들리거나 쓰러지게 되면 연결된 안테나가 휘거나 부러지기 때문이다. 사전에 부이가 움직이지 않게 고정시키며, 조립시에도 항상 부이가 움직이지 않게 한 후 조립의 순서에 맞추어 실리콘 그리스를 고무판에 잘 입혀서 해수가 침투되는 것을 막을 수 있게 해야 한다.

부이 후렌지 상하 볼트 구멍이 잘 일치하도록 한 후 볼트와 너트를 잘 조여 준다.

#### 3.1.2. Microprocessor

기능과 가격 면에서 뒤지지 않으려면 최신의 고 집적화된 부품을 사용함으로써 부품 수를 줄이고 기능을 늘일수록 유리하다. 각 부품들의 특성을 고려하여 현 시점에서 구입 가능한 최신 재료들의 정보부터 수집하여 종합한 결과 87C51(또는 87C51-FA)을 선택하였다.

87C51은 미국 Intel사의 8-bit CMOS microprocessor로써 한 개의 Chip에 ROM(Read Only memory)과 RAM(Random access memory) 및 Serial port, Counter, Timer등이 있어서 각종 장치의 자동 제어 분야에 널리 쓰이고 있는 것이다.(Intel Co., 1990:1991). 이  $\mu$ Processor를 우리는 RF용 Modem에 Tx, Rx로 구분하여 프로그램을 설계하였다.

먼저 Tx 쪽은 부이의 기능을 최대한 발 휘 할 수 있는 방법으로 GPS의 자료와 자료 전송시의 시간 간격 및 송신 시간 등을 고려하여 프로그램을 Fig. 9와 같은 알고리즘으로 작성하여 설계하였으며 Timer를 사용하여 GPS 전송 속도를 송신기의 전송 속도에 맞추어 전송하게 된다.

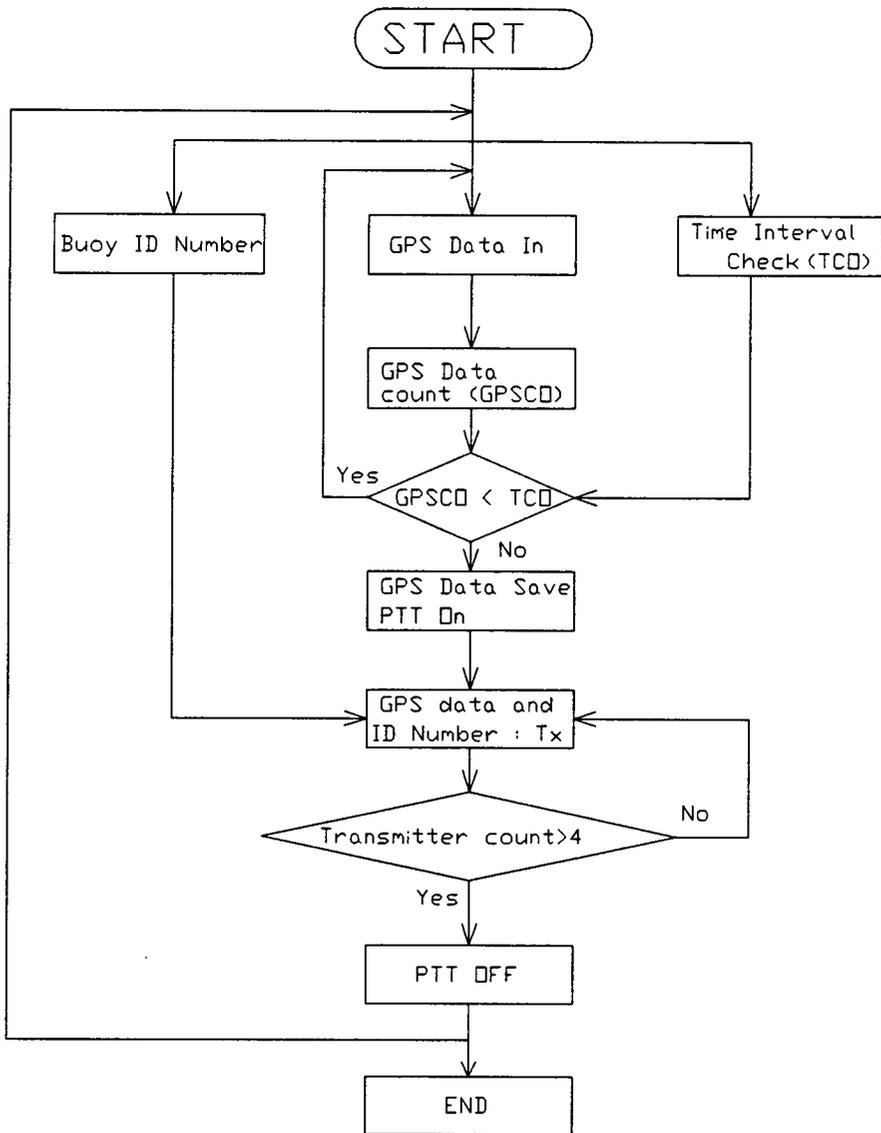


Fig. 9. Transmitter algorithm of microprocessor

Rx에서의 Microprocessor의 역할은 변조 IC를 통하여 들어오는 신호를 순서대로 처리하면서 Computer의 RS232 port로 보내어 주는 역할을 한다.

### 3.1.3. 회로

개발된 TGPS 송신부와 수신부 회로의 특징은 이미 언급하였듯이 전자 부품을 소형화하여 공간을 축소하였을 뿐 아니라 회로 및 배선을 단순화하여 전기적인 잡음을 감소시키려 노력하였으며 물리적인 견고성 등을 한층더 강화시킨 것이 대표적인 특징이라 하겠다.

#### 1. 송신부

PCB는 2중 회로로 구성하였고 송신부분과 RF 모뎀을 동일한 케이스 내에 장착하였다. 케이스는 완전한 방수 처리를 할 수 있도록 다이캐스팅을 하여 외부로는 스위치 및 콘넥터만 나오도록 하였다.

Fig. 10은 칩화된 송신부의 회로도이다. Fig. 10에서와 같이 X1은 송신 주파수의 기본 발진 수정 진동 소자로서  $F_0 = F_c/9$  ( $F_0$ : 수정 진동자의 초기 발진 주파수,  $F_c$ : 송신 캐리어 주파수)의 값으로 초기 발진을 시작한다.

D1은 VVC(Variable Voltage Capacitor) 다이오드로서 콘넥터(CON1) Pin 3번으로부터 들어오는 자료(DC Voltage) 변화에 따라서 용량이 변화된다. 따라서 Q1 Base에 걸리고 있는 일정 레벨의 바이어스 전압과 전자적인 조건들이 다이오드 값의 변화로 인하여 변화를 주게 된다. 즉 수정 진동자와 다이오드는 L1 리액턴스를 사이에 두고 직렬로 연결되어 있으며 진동자에 걸리고 있는 고유 용량이 변화됨에 따라서 캐리어 주파수에 변화를 주게 된다. 이러한 현상이 캐리어 주파수에 자료 성분을 실리게 되는 것으로서 FM 변조가 되는 것이다.

발진된 세력과 성분을 분석하여 보면 Q1 베이스에 DC 전압(이하 동일) 3.3 [V]가 걸리며 콜렉터에서는 약 8 [V]가 정전압으로 공급되고 에미터에서는 2.5 [V]가 된다. 이때 Q1에 발진 주파수 세력을 보면 베이스에 약 1.2 [ $V_{pp}$ ] 다이오드 앞단에서 약 3 [ $V_{pp}$ ]이며 에미터에서는 1.2 [ $V_{pp}$ ] 이상 이고 C 16을 지나면 약 1 [ $V_{pp}$ ] 이상이다.



Fig. 10에서와 같이 C16단 이후에서 본 파형은 비교적 안정된 정현파이나 약간의 불규칙 성분이 내포된 것을 볼 수 있다. C16을 지난 발진 주파수는 Q2베이스에 인가된다. 송신 회로에서와 같이 T1과 C8(22p)은 병렬 접속되어 기본 주파수에 공진 되어 있으며 Q2와 Q3사이의 C13이 버퍼 작용 및 T2와  $F_c/3$ 의 직렬공진하여 3 체배의 주파수를 만들어 준다. C13 전단에서는 약간 불규칙성의 기본 주파수가 ( $F_c/9$ )약 7  $[V_{pp}]$ 이상의 신호를 얻을 수 있으나 C13 이후의 신호는 3 체배한 주파수가 약 3  $[V_{pp}]$  정도의 크기로 나타난다.

다시 C10과 C11 을 거쳐서 Q3 체배단으로 입력한 신호를 살펴보면 C15와 T3은 베이스에 입력한 3 체배 주파수를 다시 한번 더 3 체배 되도록  $F_c$ (Carrier Frequency)에 공진 되어 있다. C18 후단에서의 주파수는 캐리어 주파수가 나타나고 있으나 실험 회로에서와 같이 기생 성분이 다분히 섞여 있는 주파수의 스펙트럼을 볼 수가 있으며 이때의 신호 크기는 8  $[V_{pp}]$  이상이다.

이상과 같이 수정 진동자에서 발진된 신호는 Q1, Q2, Q3을 통하여 9체배가 마무리되며 Q4는 발진단과 출력만 사이에서 주파수 안정과 고른 출력을 낼 수 있는 기능을 하고 있는 버퍼단의 역할을 하고 있다. 특히 Q3 베이스에서의 파형은 T1, T2 를 조정하여 파형의 크기 및 안정성을 조정하고, C20 후단 Q4 베이스에서의 파형은 T3, T4 의 트랜스를 조정하여 파형을 크게 하고 안정되게 다듬는다. Q5 여진 증폭기이다. 이 부분의 기능은 버퍼 출력을 드라이빙시켜 최종 출력단에 공급하는 것이다. 이 부분에서의 파형을 분석하여 보면 Q5 콜렉터에서는 기생 성분이 포함된 파형이 12  $[V_{pp}]$  정도이며 D2 전 후단 및 L8과 L9 사이에서의 파형은 약 23  $[V_{pp}]$  정도의 세력으로 나타난다. 여기까지의 파형은  $V_{c3}$ , L6,  $V_{c4}$ , L7, L8 등을 세심하게 캐리어 주파수에 공진시켜가며 파형을 키우고 다듬어야 한다. L10에서 출력된 신호는 C66을 거쳐서 최종 출력단으로 인가된다. Table 3은 최종 출력단 및 여진 증폭기에 쓰여진 인덕턴스 값으로 전자기판 위에 구성할 때 매우 세심한 주의와 더불어 그 배열이 기생 진동이 발생되지 않도록 해야 한다.

Table 3. The value of components of the Tx power circuit

L No.	Dimension (ID) [mm]	Thickness [mm]	Turns	Remark
L1	5.0	0.6	1	Maxon W/T
L2	2.5	0.4	3	
L3	5.0	1.0	3	chock/core
L4	4.0	1.0	10	
L5	5.0	0.6	1	
L6	5.0	0.6	4	
L7	5.0	0.6	4	
L8	5.0	0.6	4	

가. 송신용 RF Modem

데이터 통신에서 가장 중요한 것은 데이터 전송 장비이며 그 중에서도 가장 많이 활용하는 것은 변복조기(Modem)이다. RS232C의 데이터 전송 방식은 원신호인 디지털 신호를 변조하지 않고 그대로 전송하는 베이스 밴드 전송 방식이다. 그러나 무선 회선을 사용하기 때문에 이 방식을 그대로의 형태로는 사용할 수 없으므로 반송파의 어떤 변조를 만드는 모델이 필요하다. Fig. 11은 송신 RF 모델 회로이다.



## 나. Modem의 기능과 구조

변복조기는 아날로그 전송 매체를 통해 데이터를 전송하는데 반듯이 필요한 장치이다. 컴퓨터나 터미널에서 사용되는 디지털 신호를 아날로그 전송 회선에서 송신하기에 적합하도록 변조해 주고, 변조된 신호를 수신한 다음 복조하여 원래의 디지털 신호로 변환하여 주는 일종의 신호 변환기이다. 변복조기에는 크게 송신부와 수신부로 구분되며 대체로 Fig. 12는 변복조기의 구조와 기본 기능을 나타낸 것이다.

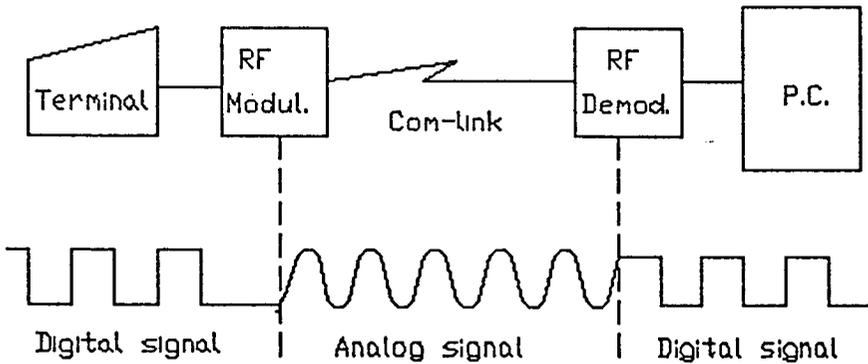


Fig. 12. Function of modulator/demodulator

## 다. Modem 의 송신 기능

컴퓨터 또는 A/D 변환기로부터 온 디지털 신호는 데이터 부호화기 (Encoder)에 입력되어서 규정된 변조 속도에 의하여 변조가 되어 반송 주파수로 바뀌어 아날로그 형태로 변형된 다음 대역 여파기를 통하여 송신된다. 변복조기에서 사용하는 변조 방법은 통신 속도에 따라 어떤 방법을 사용할 것인가를 결정한다. 대체로 보통의 아날로그 신호를 변조할 때 사용되는 방법인 진폭 변조나 주파수 변조 방식보다는 위상 변조 방식을 택한다. 일반적으로 데이터 통신에서 변조하여야 할 신호는 "1"과 "0" 두 가지 상태뿐으로 단순히 주파수 변조, 진폭 변조, 위

상 변조라 표현하지 않고 주파수 편이 변조(Frequency Shift Keying), 위상 편이 변조(Phase Shift Keying), 진폭 편이 변조( Amplitude Shift Keying) 등으로 말하는 것이 보통이다.

이와 같이 본 연구에서 이용한 변조 방식은 주파수 편이 방식(FSK)이며 이 방식은 반송파로 사용하는 정현파의 주파수에 정보를 실는 변조 방식으로서 일정한 진폭의 정현파의 주파수를 두 가지로 정하여 데이터가 "1" (Mark) 또는 "0"(Space) 변함에 따라 두개의 주파수중 할당된 주파수를 상대쪽에 보내고 수신쪽에 서는 이를 약속된 원래의 "1" 또는 "0" 의 상태로 만들어 주는 변조 방법이다.

주파수 편이 변조는 비동기 변조기에서 널리 이용되며 대체로 2,000 [bps] 이하에서 사용된다. 신호의 변조 과정은 GPS로 부터 단지 위치에 관한 자료만 수신되며 (9600 [bps]) 수신된 자료는 EPROM(87C51)에서 Fig. 9와 같은 알고리즘으로 사용자가 제어할 수 있게 했으며, 여러 개의 부이를 구분할 수 있도록 고유 번호(Identification No. )와 신호의 내용을 확실하게 전달하기 위해서 동일한 내용을 4 회 반복하여 보내도록 하며 또한 전원의 절약을 위해 송신 출력 방법을 PTT 제어 신호에 의하여 원하는 시간에 따라 작동할 수 있는 명령어 등을 입력시켰다.

그 밖에 물리적인 자료를 수집하기 위해 용도에 따라 자료 입력이 가능하다. 예를 들면 표층수온등의 센서등을 요구에 의하여 부착할 수 있다.

## 2. 수신부

수신기의 전원은 AC 또는 DC 12 [V]로 작동이 가능하며 안테나의 임피던스는 50 [ohm]으로서 155 [Mhz]대의 3단 GP 안테나를 사용하였다. 수신기를 통한 자료는 PC로 들어가기 전에 수신 RF모뎀에 입력된다. 이 모뎀은 수신기로부터 출력된 FSK신호를 디지털의 신호로 확실한 파형으로 다듬고 PC와 수신기 사이에 인터페이스 기능을 한다. Fig. 13은 수신기의 Block diagram이며 Fig. 14는 수신기의 상세 도면이다.

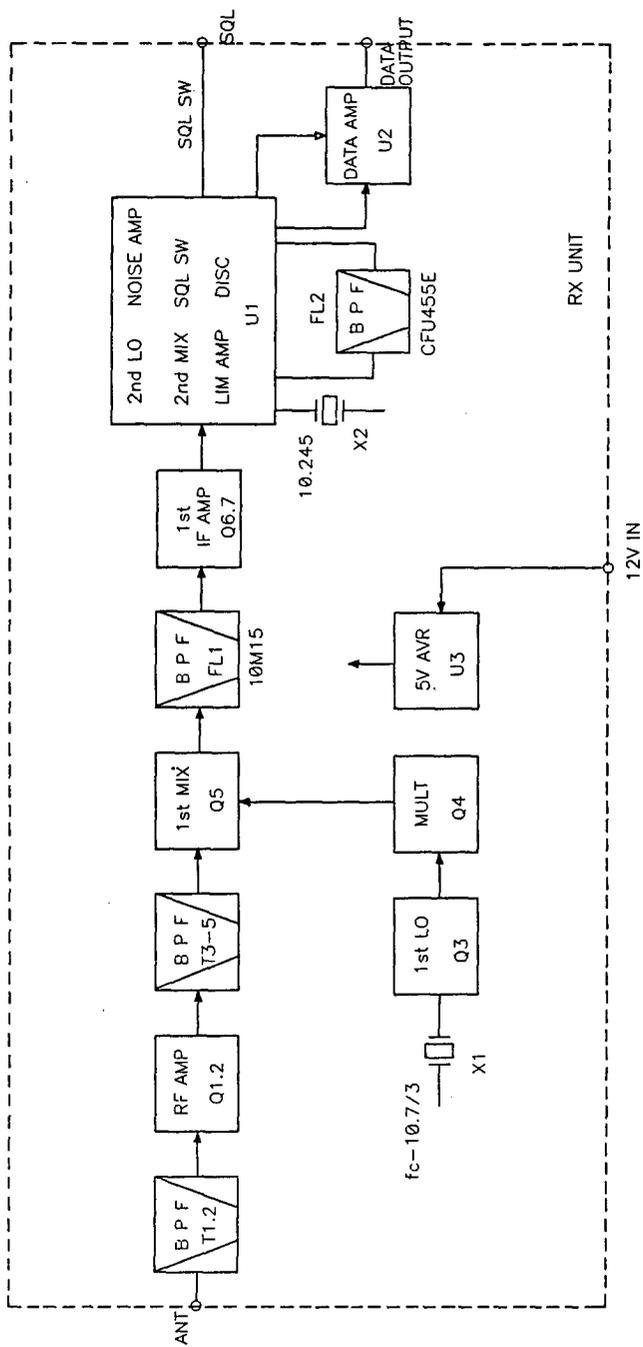


Fig. 13. Block diagram of receiver

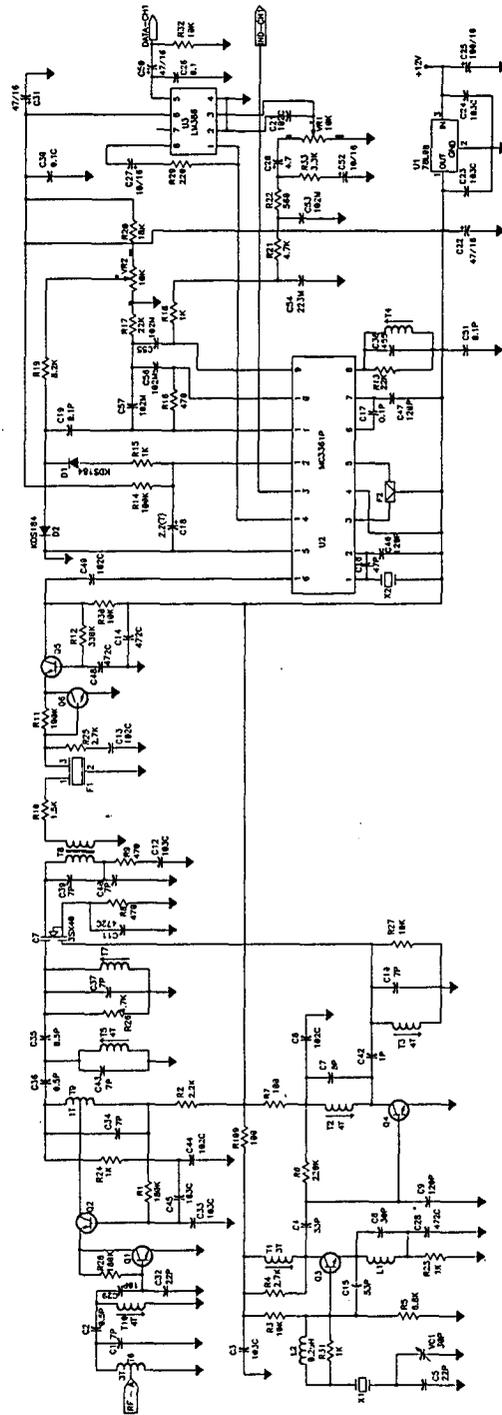


Fig. 14. TGPS receiver

가. RF 초단 증폭기 및 국부발진기

안테나를 통하여 입력된 신호는 Q1, Q2에서 초단 증폭을 한다. T1 T2는 수신 주파수에 공진된 소신호용 트랜스이다. 초단에서 증폭된 신호는 Q2 collector 에 약 4.0 [V]정도로 증폭되며 이 신호는 다시 T3에서 공진 되어 C10을 통하여 T4 C12, T5 C13으로 구성된 수신 주파수의 공진된 탱크 회로를 거쳐 Q5인 Mixer단으로 들어간다. Q3, Q4는 국부발진기로서 일반적으로 통신기기의 안정한 주파수 발진 방식으로 널리 사용하고 있는 수정 진동 방식을 채택하였다.

Q3에서는  $(F_c - 10.7) / 3$  [Mhz]의 주파수를 발진시킨다. 발진 세력은 C19를 통하여 Q4의 T7과 T8, C21에 의하여 전단 주파수의 3 배배인  $F_c - 10.7$  [Mhz]의 주파수로 바뀌어 T8, C23에 의하여 공진 되어 Q5(3SK40)Mixer 단으로 수신 신호와 함께 들어가게 되는 것이다. ( Fig. 15 1st IF circuit 참조)

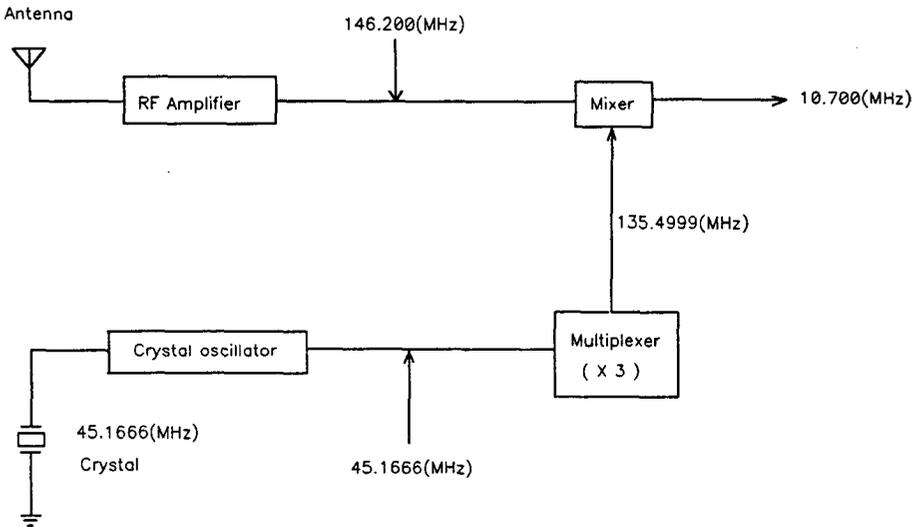


Fig. 15. RF Amp and 1st IF

## 나. 제 1 중간주파수

Q5에 들어온 수신 신호와 국부발전 신호는 Q5에서 혼합되어 중간 주파수 트랜스인 T9 와 대역필터(Band pass Filter)에 의하여 중간 주파수인 10.7 [Mhz]를 만들어 초단 중간 주파수 증폭기인 Q6, Q7로 들어간다.

## 다. 제 2 중간 주파수 및 가청회로(복조회로)

Q6, Q7에 의하여 증폭된 중간 주파수는 C30을 통하여 U2( MC3361 ) 핀16으로 들어간다. 이 신호는 핀 1,2에 인가된 제 2 국부발전기인 10.245 [Mhz]의 발전 세력과 혼합하여 핀 3번의 455 [Khz]의 제 2 중간 주파수가 만들어지며, 이 신호는 F2의 455 [Khz] 필터를 통하여 U2 내부에 있는 제한 증폭기에 들어간다. 수신부 회로도에서와 같이 U2는 제 2 중간 주파수로부터 가청주파수로 복조되는 과정을 직접화시킨 회로이다. U2에 핀 9번으로 나오는 가청 신호는 가청 출력 증폭기인 U3 ( LM 386 ) 핀 3 번으로 입력된다. VR 2는 음량 조정용 가변저항이며 U3 핀 5번으로 출력된 신호가 최종 자료가 된다.

## 라. 수신 RF Modem

수신용 RF Modem 은 송신용과 거의 동일한 회로로 구성되어 있다. Fig.16과 같이 수신기 출력으로부터 나온 FSK 신호는 CN2 콘넥터 3을 통하여 Modem IC U2( TMC3105JE ) Pin 4로 들어간다. 이 IC는 single-chip FSK Modem 용 IC로서 주로 voice band modem에서 넓은 대역폭의 송신과 수신 기능을 가지고 널리 이용되고 있으며 BELL202 또는 CCITT V23 의 기준형이라 할 수 있다.

Pin4로 들어간 FSK신호는 내부에서 frequency-to-voltage로 conversion 되어 완전히 복조된 positive logic의 디지털 파형으로 만들어진다면 이때 high logic level일 경우에는 Mark, low logic level일 경우에는 Space로 된다. Pin8에서 나온 신호는 8비트 마이크로 콘트롤러 IC인 U1(87C51) single chip EPROM Pin 10 으로 들어간다. IC 는 프로그램이 가능(4KB)하고 매우 낮은 전압으로 작동이 가능한 것이 특색이다. Pin 11에서 출력되는 신호는 serial output로서 Q3 Base에 들어가 Emitter를 거쳐 단자 CN2 4번에서 컴퓨터로 연결된다 .

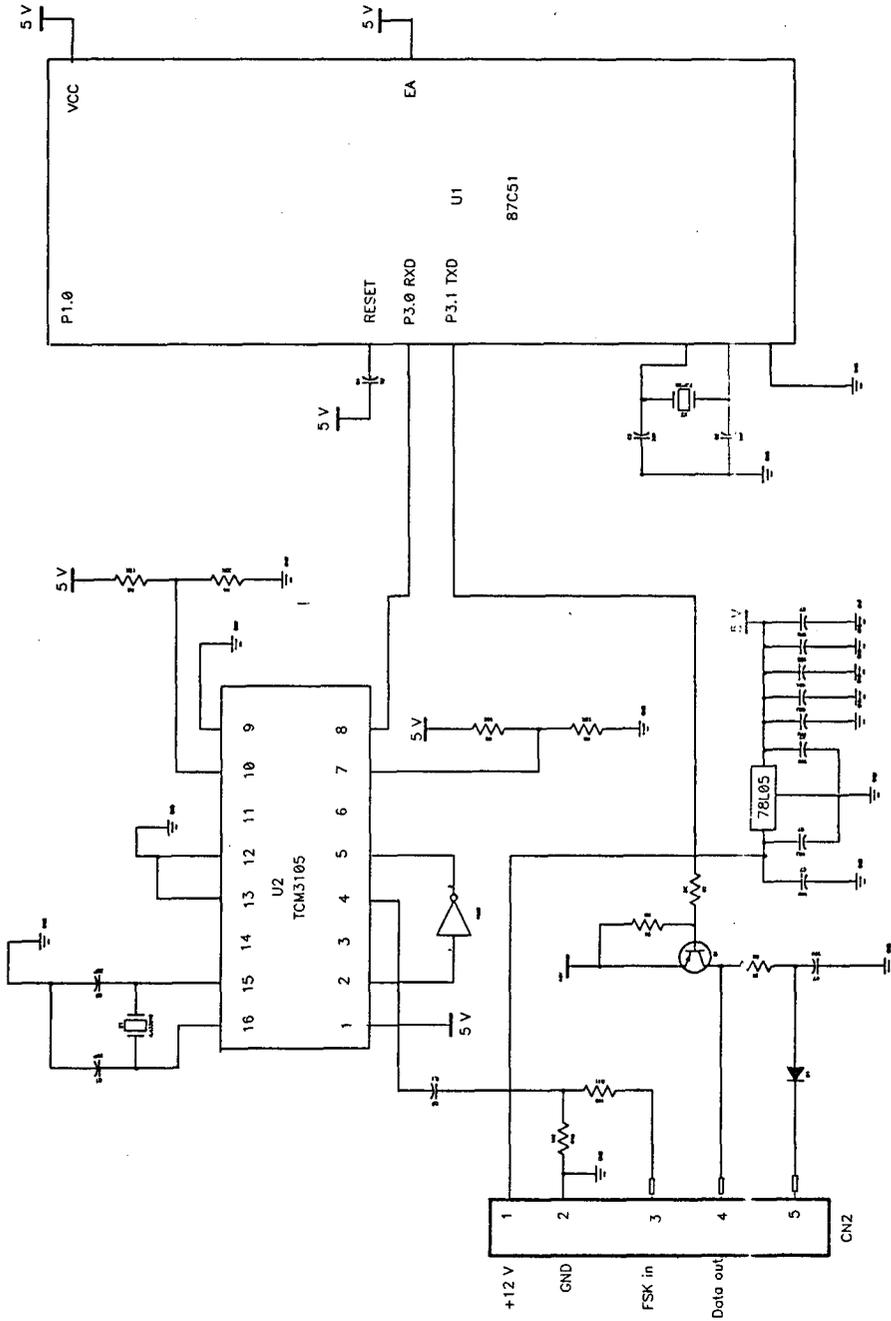


Fig. 16. Circuit of RF modem(Rx)

### 3.2 현장 실험

원거리 자료 전송에서 무엇보다 중요한 것은 수신소의 위치라 하겠다. 이 문제는 전파를 전달하는 동일한 조건이라면 전파 통로의 어떠한 다른 장애를 극소화할 수 있는 위치일수록 좋다. 즉 가능하다면 외부의 간섭이 적고 수신 안테나를 높이 세울 수 있는 곳이 좋다.

VHF에서 UHF에 걸쳐 있는 주파수대는 각종 통신에 널리 이용되고 있는 통신 대역으로서 본 연구에서 채택한 주파수도 이 대역에 속한 155 [Mhz]이다.

일반적으로 주파수가 높아질수록 대기중에서의 흡수와 감쇠가 커지므로 고품질의 전송이 용이하고 경제적인 주파수대를 찾는 것이 중요하다. 본 연구에서도 이러한 문제들을 감안하여 송신 출력과 안테나의 길이 및 전체적인 송, 수신기의 크기 등을 고려하여 설계하였다.

전파를 전송함에 있어서 대지의 영향은 상당히 크다. 특히 지상파라는 것은 대지상의 안테나로부터 전파를 방사하면 대지의 근접한 높이까지는 지표파가 존재한다. 지표파는 대지에 유기된 전류에 의해서 대지의 근방에 생기는 전자계로서 지표면에 따라 전파하는 지표파라고 할 수 있다. 지표파는 전파거리와 더불어 대지에 의한 에너지손에 의해서 지수 함수적으로 감쇠하며, 그 감쇠계수는 주파수가 높을수록 또 대지의 도전율이 낮을수록 크다. 따라서 HF 나 LF 같은 낮은 주파수의 지표파는 적은 감쇠로서 먼 거리까지 전파하지만 VHF 이상의 높은 주파수에서는 거리와 더불어 급속히 약해진다. (TGPS 를 이용한 광역 표층 해류 관측 연구, 1993 : 해양연 참조)

다음은 최근에 현장 실험 결과를 요약한 것이다.

#### 3.2.1. 제주 해협

1995년 4월 24일부터 4월 27일 까지 3일간 제주 해협에서 5대의 TGPS Buoy를 실험하였다. 제주 해협 실험은 지리적으로 수신소 설치 조건이 매우 양호하다. 수신소의 위치를 제주 해양 대학에 설치하였고 안테나를 대학 옥상에 설치하였다. 안테나의 높이는 지형의 표고를 포함하여 해발 약 350 [m] 정도 였다.

실험용 부이는 제주항에서 정 북쪽으로 15 [Km] 떨어진 곳에 5대의 부이를 한

곳에 띄웠으며 이 해역이 제주 해협에서 가장 깊은 골에 해당하는 곳이다.

수신 위치에서 제주 해협이 아무 장애물이 없이 보였으며 신호 역시 깨끗하게 잘 들어 왔다. 한편 동일한 조건으로 조사선 ( 이어도호) 실험실내에도 수신기를 설치하였으나 가까운 거리 ( 약 10 [km]내외) 에서는 신호가 잡히고 있으나 그 이상 거리에서는 신호를 잘 못 잡고 있는 것이 지구의 곡면과 수신 안테나의 높이 관계임이 확실하게 나타나고 있는 것이라고 생각된다. Table 4에서 5개의 부이중 #1이 처음에는 수신이 잘되었으나 차츰 주파수가 변화(Shift)되는 듯하다가 결국은 수신 불능이 되었다. 나머지는 계속적으로 양호한 결과를 보였으며 특히 용한(Y.H)통신에서 케이스 및 기판을 제작한 것은 Table 4와 같으며 2 대를 ( #3, # 5 )실험에 부여하려 하였으나 #3은 이동중에 충격에 의하여 작동이 안되어 실험에서 제외시켰으며 #5만 계속적인 실험대상이 되었었다. Fig. 17은 제주 해협에서 부이가 움직인 추적도를 나타낸 것이다.

Table 4. TGPS buoys of field experiment at strait of Cheju

ID No.	Frequency [Mhz]	GPS S/N	RF Output [W]	VSWR [W]	Source Battery [DCV]	Remark
1	155.340	0048787	12	0.1	12.5	New
2	155.340	0044216	13	0.1	12.5	New
3	155.280	0049066	4.5	0.1	12.5	Y.H
4	155.400	0050237	12	0.6	12.5	New
5	155.280	0048746	5.5	0.2	12.5	Y.H
6	155.280	0048999	10	0.1	12.5	Old

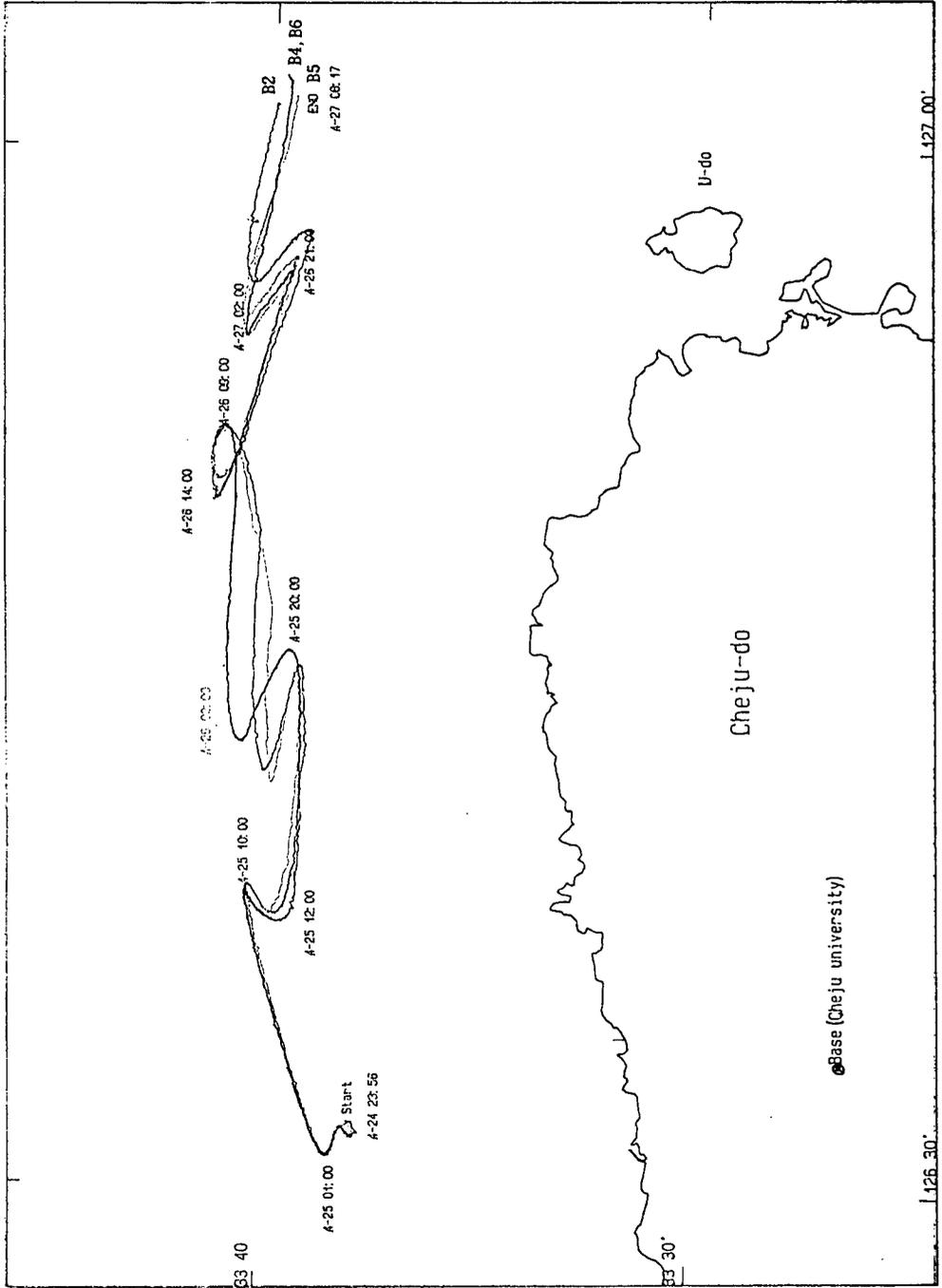


Fig. 17. Trajectory of TQFS field experiment at the straits of Cheju

### 3.2.2. 홍도 부근 해역

1995년 6월 27일 부터 6월 30일 사이에 홍도 부근 해역에서 TGPS부이 실험을 실시하였으며 이때 역시 Table 5 에서와 같이 5개의 부이를 투여하였으나 그중 #3 부이가 주파수 변화가 있어 처음에는 잘되다가 결국에는 수신 불능이 되었다. 자세한 결과는 나중에 언급이 되겠지만 일단은 바다에서 작업은 사전에 충분한 검증이 필요하다는 것이 새삼 나타났다.

Table 5. TGPS buoys of field experiment at Hongdo

ID No.	Frequency [Mhz]	RF Output [W]	VSWR [W]	Source Battery [DCV]	Remark
1	155.340	12	0.1	12.5	
2	155.340	12	0.1	12.5	
3	155.280	10	0.1	12.5	155.275로 변함
4	155.400	12.2	0.1	12.5	
5	155.280	4.5	0.1	12.5	Y.H

Fig. 18은 홍도 북쪽 해상에서 부이 #5가 이어도호에 실려 동쪽에서 서쪽으로 직선으로 움직이다가 해상에 투하 후에는 해류의 흐름에 따라 남쪽으로 움직이다가 다시 북쪽으로 움직이는 모습을 추적 프로그램을 이용하여 저장된 화일을 다시 보여주는 것이다.

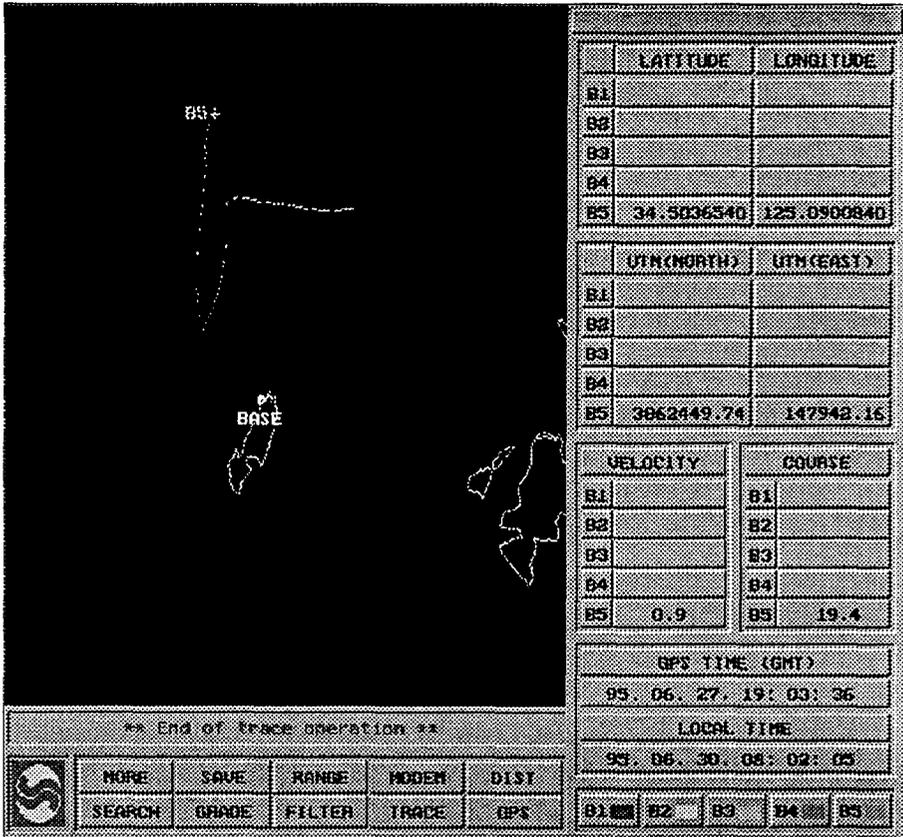


Fig. 18. The screen of TGPS buoy No.5 at Hongdo

### 3.3. 주의할 점 및 개선점

#### 3.3.1. 주의할 점

현장에서 최종적으로 부이를 해상에 부여하기 전에 다음과 같이 시스템의 최종 점검을 실시한다. 물론 이때에는 모든 시스템을 작동시키고 송신부와 수신부 및 소프트웨어의 세 가지 기능을 모두 점검하게 되는 것으로서 충분한 주의와 세심한 부분까지라도 점검을 게을리 하지 말아야 한다.

- 전원 전압
- 송신 출력 및 정재파 비
- 송신 주파수
- 수신기 및 컴퓨터 모니터에 송신 내용이 충실한가
- 부이 고유번호 확인
- Program 기능실행
- Data save 상태 등

#### 3.3.2 개선점

이상과 같이 두 곳에서의 실험은 아주 좋은 결과와 만족할 만한 자료를 획득하였다. 특히 용한(Y.H)에서 제작한 송신기는 출력은 비교적 기존의 회로보다 약하게 나오고 있으나 제주 실험에서와 같이 수신소로부터 실험이 끝나기 직전까지의 부이위치는 약 80 [Km]로서 고도 약 400 [m]의 수신소 위치라면 통달 거리 약 100 [Km] 정도는 아무 문제 없다는 것이 입증되었으며 또한 홍도 부근 실험에서도 같은 결과로서 용한 통신의 출력은 4.5 [W]이나 실험 결과는 매우 양호한 자료를 획득한 것이다.

결론적으로 연안에서 부이 실험의 중요한 문제는 출력이 지나치게 클 필요가 없으며 수신소의 위치를 가능한 높은 곳에 위치할 수록 좋으며 송신기의 주파수 안정도가 어느 정도의 물리적인 충격에 의해서나 또는 환경 변화에 대하여 안정된 회로 특성이 있어야 한다.

이상 2 번에 걸쳐서 가장 중요한 보완점으로 드러난 부분은 부이 제작에서 다소 문제가 있었다. 부이에 상 하 반구를 접합하는 면이 고르지 못하여 그 접합면으로 미소하게나마 해수가 침투되어 작동에 손상을 주고 있는 것이 두 번의 실험에서 밝혀졌다. 물론 양쪽의 접합 사이에 고무 리테이너를 넣고 실리콘 그리스로 처리를 하였지만 조금씩 누수 현상이 생겼다.

또 다른 문제는 송신부의 송신 주파수 변환이 생긴다는 것이다. 체배단에서의 주파수 안정과 출력단에서의 충실도 실험을 온도 변화에 대하여 장시간 동안 전압변화와 연계하여 실험을 보완할 필요가 있다.

그 이외 문제점은 특별히 나타나지 않았으나 부이 투하와 회수가 쉽고 안전하게 하는 방법과, 부이를 이동할 경우 안전하게 이동할 수 있는 방법을 고안해야 하겠다. 운용 프로그램에서는 이렇다 할 문제점이 발견되지 않았으나 현재 좀더 편리하고 간단한 프로그램으로 개발 중이다.

## 제 4 章 결론

운용 주파수의 선정 문제는 간단히 해결되는 것이 아니다. 전파의 질적문제, 도달거리 문제, 장비 제작에 따른 경제적인 문제, 취급의 용이성 등이 고려되어야만 한다.

본 연구에서는 해상에서 취급과 운용 등에 배려와 안테나 복사 효과 등을 생각하여 155 [Mhz]대로 선정, 실험을 하였다. 송신기에서 안테나와 출력단 간의 정합이 이루어지지 않으면 필연적으로 스프리어스가 많게 된다. 때문에 최종 출력단과 안테나 정합에 대한 실험을 본문 내용에서와 같이 여러 가지 방법으로 실험을 하였다.

제작된 송,수신용 RF Modem은 현재로서는 변조 속도가 1200 [bps]의 유선용 모뎀칩을 사용하였으나 앞으로는 고속의 변조 능력을 가진 칩을 사용하여 송신 속도를 높이고 개선된 기능을 첨가하여 제한된 전원으로 사용 효율을 극대화시킬 예정이다.

이 시스템은 표층 해류를 관측하는 기능은 물론 이동 또는 정지 상태에서 여러 가지 센서를 부착하여 자료를 획득하고 이를 원거리로 전송, 수신하는 자료 전송 시스템으로도 활용 가능성이 이번 시험을 통하여 충분히 입증하였다.

부이의 부력은 설계대로 제작되어 현장 실험 결과에서도 아무 문제가 없었으나 제한된 부이 내부의 좁은 공간을 전원과 송신 관련 부품 등의 배치에 관련하여 부이의 부력과 탑재 무게의 균형 등을 고려해야 한다.

결론적으로 송신부에서 주의하여야 할 점은

- 송신 안테나의 정합이 무엇보다 중요하며
- 부이의 수밀이 철저히 잘되어야 한다.

이미 언급하였듯이 수신 지점의 높이는 수신 거리에 커다란 영향을 미친다. 당초의 예상은 사용 주파수대, 전파의 전파 상태 및 지구 곡면을 감안하고 송신기 출력 등을 고려하여야 한다. 즉 해수면에 떠 있는 송신 안테나가 워낙 짧아 (해면에서 약 70 [cm] 정도) 공간으로 복사되는 전파의 세력이 상당히 감쇠 되는 것으로 판단된다.

또한 수신기와 안테나 사이의 인입선 길이도 가능한 짧게 설치하고 전파 장애를 받지 않는 장소를 선택하는 것도 중요하다. 제작된 수신기의 감도는 0.3 [ $\mu$

v/20dB]으로서 일반적으로 사용하고 있는 휴대용 무전기의 수신 감도 0.6 [ $\mu$ v/20dB] 보다 개선되었다.

그리고 프로그램의 핵심은 정확도라 하겠다. 이 문제는 이미 본문서 강조하였듯이 프로그램을 운용하는 도중에 예기치 못한 GPS 로부터의 오차 유발의 대비하여 프로그램 내부에 디지털 필터를 넣어 불규칙적인 요소를 극복하여 가능한 한 정확도를 높이는데 노력하였다. 이는 저렴한 가격으로 일반적으로 사용하는 GPS 측위 방법보다 한 단계 앞선 DGPG 측위 방법을 거의 접근하고 있는 것이다.

지금까지 20 set의 송신기와 6 set의 수신기를 제작하여 1994년 3월과 6월 그리고 1995년 4월, 1995년 6월 등 10여회에 걸쳐 우리 나라 남해 동해 및 서해의 현장 실험을 실시하였으며 그 기능과 성능 및 관측의 정확성이 우수한 것으로 입증되었다. 즉 본 시스템은 지금까지의 표층 해류 관측 방법인 해양 표층에 여러 방법으로 제작한 부표를 표류시킨 후 선박이 접근하거나 레이더 등을 통해 부표의 이동을 관측하는 방법과 비교할 때 훨씬 정확하고 과학적이며 인력면에서나 경제적으로도 효과적인 것이다.

또한 기존의 상업적인 위성 (ARGOS)을 이용할 때 사용료 지불 및 자료의 실시간 (Real Time) 획득이 불가능한 점들을 본 시스템으로는 현장에서 해결할 수 있다는 것은 커다란 이득이라 하겠다.

현재 문제시되고 있는 해양 오염 확산, 항만 토사 유동, 해상 사고에 의한 유류분출 사고 등을 사전에 예방하고 연구하기 위해서는 정확한 해류 유동과 구조를 실시간으로 파악하고 분석하는 것이 무엇보다 최 우선적인 조건이라 할 수 있다. 개발된 시스템은 이러한 제 문제를 풀어 나갈 수 있는 연구의 단계를 한발 앞당기는데 상당한 기여가 예상된다.

또한 본 시스템은 해양 과학을 연구하는 장비로서의 기능은 물론 공용 주파수를 이용하여 공공복지를 위한 해상 안전 운항, 항만 관제 및 여객선 등에서 뿐 아니라 육상에서도 특수 화물 운송, 공공 질서 유지 및 특수성격의 기업체 등 교통 분야에서도 다목적으로 충분히 활용할 수 있으며 기대된다.

## 參考 文獻

- 1) 1990. GPS Technical Report , Trimble Navigation 4000 Series.
- 2) 1980. R.J Milliken and C.J. Zeller : Principle of Operation of NAVASTAR and system characteristics.
- 3) 1993. Motorola GPS Receiver Technical Reference Manual.
- 4) 1990.1 RTCM Reccomand standard for Differential NAVASTAR GPS Service Version 2.0 (Washington D.C)
- 5) 1990. Andrew L. Sybrandy and Pearn P. Niiler  
The WOCE/TOGA SVC Lagrangian Drifter Construction Manual.
- 6) 1991. 이흥재, 전호경 등 Kuroshio 해역에서의 해황변동연구 (I)  
BSPG 00131-377-1.
- 7) 1993. 정진욱, 변육환 데이터통신과 컴퓨터 네트워크 Ohm 사.
- 8) 1986 Texas Instrument Production Data Book.
- 9) 1991.4 전호경 원격 수질 모니터링 시스템 개발연구 보고서 .  
BSPE 00217- 364-7.
- 10) 1991.7 석문식, 전호경 등 연근해역에서의 해황 모니터링 시스템 연구  
(2차년도) 보고서 . BSPG-00120-390-1.
- 11) 1991. 이강호 통신공학. 한국이공학사.
- 12) 1988. 岡本 次雄. 아마추어의 안테나 설계 . 세운출판사.
- 13) 1990. 유정찬, 김인영 햄을 위한 햄에 의한 안테나 핸드북. 명지출판사.
- 14) 1994.6 전호경 광역표층해류 관측을 위한 TGPS buoy 제작 연구  
BSPE 00436 - 695 - 7.

# Appendix A.

## Photos of TGPS system

Photo. 1. TGPS Buoy

Photo. 2. Inside view of TGPS Buoy

Photo. 3. Inside view of transmitter

Photo. 4. Inside view of receiver

Photo. 5 Receiving station

Photo. 6 Receiving antenna

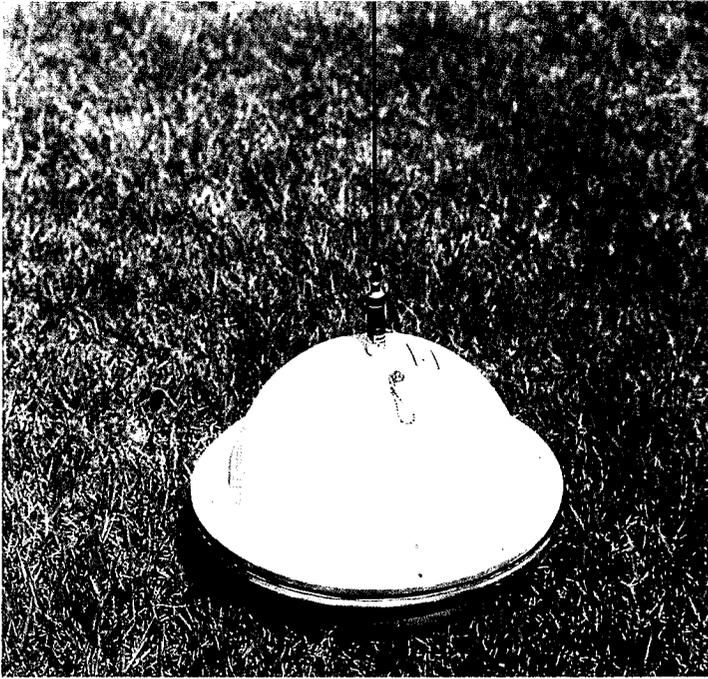


Photo. 1 TGPS Buoy



Photo. 2 Inside view of TGPS buoy

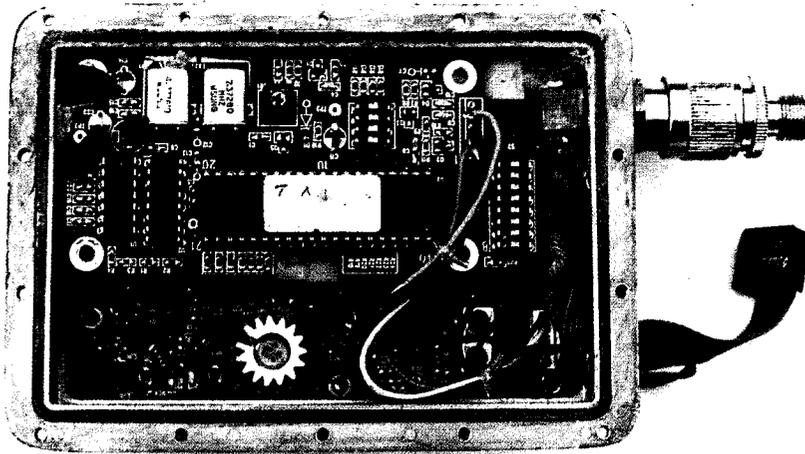


Photo. 3 Inside view of transmitter

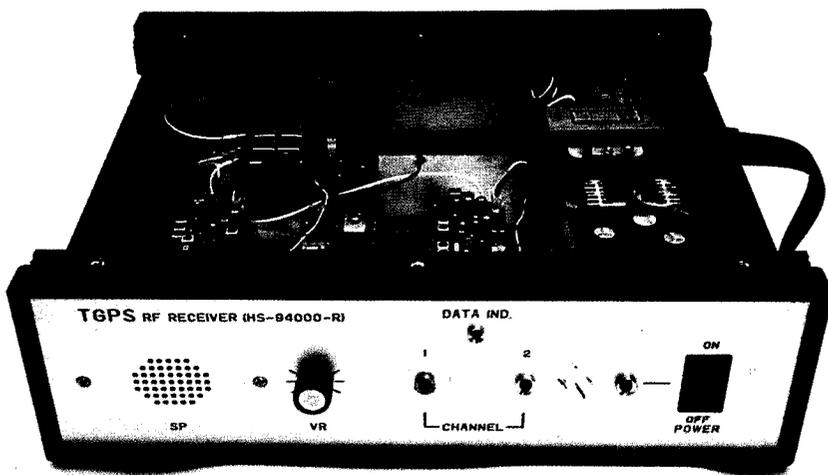


Photo. 4 Inside view of receiver



Photo. 5 Receiving station

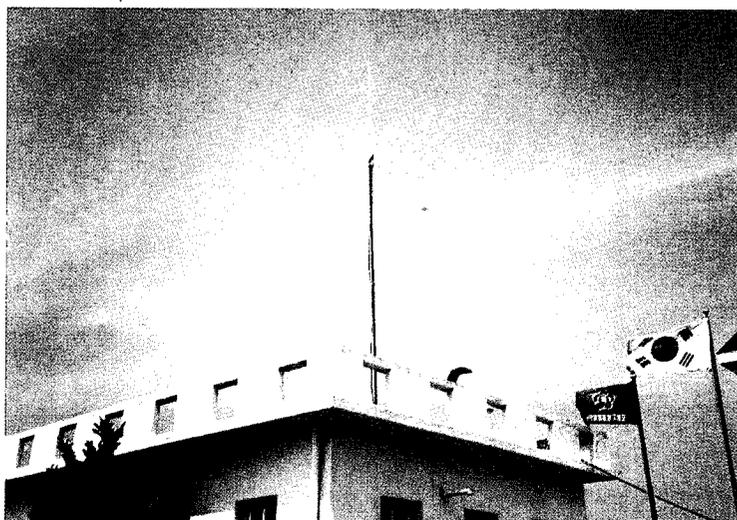


Photo. 6 Receiving antenna

## Appendix B.

### Part list of TGPS system

1. POWER UNIT PART LIST
2. RF RX MODEM PART LIST
3. VHF RECEIVER CIRCUIT PART LIST
4. RF TX MODEM PART LIST
5. VHF TRANSMITTER CIRCUIT PART LIST

# 1. POWER UNIT PART LIST

	DESCRIPTION	NAME	Qty	SYMBOLS
1	CONDENSER(TC)	100P	1	C1
2	"	8P	1	C2
3	"	222P	2	C3, 6
4	"	221P	2	C4, 7
5	"	7P	1	C1
6	"		1	C8
7	"	100P	1	C9
8	"	22P	3	C10, 14, 22
9	"	27P	2	C11, 13
10	"	5P	1	C12
11	"	7P	1	C1
12	"	12P	1	C15
13	TANTALUM CONDENSER	10/25	1	C514
14	RESISTOR	1/8W 47Ω	1	R1
15	"	1/8W 10KΩ	1	R2
16	INDUCTOR	ID: 5φ WIRE: 0.6φ 1T		L1
17	"	ID: 2.5φ WIRE: 0.4φ MAXOM W/T		L2
18	"	ID: 5φ WIRE: 1φ 8T		L3
19	"	ID: 4φ WIRE: 1φ 10T		L4
20	"	ID: 5φ WIRE: 0.6φ 4T		L5, 6, 7, 8
21	TR	2SC23590	1	Q1
22	VARIABLE CAPACITOR	20P	2	VC1, 2

## 2. RF RX MODEM PART LIST

	DESCRIPTION	NAME	Qty	SYMBOL
1	CERAMIC CONDENSER	0.01 50WJ	2	C3,4
2	"	0.1	5	C5,6,7,8,14
3	"	30P	4	C15,16,17,18
4	TANTALUM CONDENSER	47/16	2	C1,C9
5	"	1/25	1	C19
6	"	10/25	1	C21
7	CARBON FILM RESISTOR	10K $\Omega$ 1/16W	1	R3
8	"	15K $\Omega$ "	1	R1
9	"	33K $\Omega$ "	1	R2
10	"	12K $\Omega$ "	1	R4
11	"	100 $\Omega$ "	2	R5,6
12	"	5.6K $\Omega$ "	2	R8,9
13	"	2.2K $\Omega$ "	1	R10
14	"	560 $\Omega$ "	1	R11
15	IC	TCM3105	1	U2 T11
16	"	87C51	1	U1 INTEL
17	"	78L05	1	U4 MOTA
18	"	4069	1	U3 "
19	X-TAL	7.3728Mhz	1	X1
20	"	4.433619Mhz	1	X2
21	SW DIODE	1N4148	1	D1
22	LED		1	D2
23	CONNECTOR	2.5m/m 5P	1	CN1
24	"	DP-9 MALE	1	CN2
25	TR	A1271	1	Q3

### 3. VHF RECEIVER CIRCUIT PART LIST

	DESCRIPTION	NAME	Qty	SYMBOLS
1	I. C	MC3361P	1	U1 MOTOROLA
2	"	LM386	1	U2 NEC
3	"	78L06	1	U3 INTEL
4	FET	3SK74	1	Q5
5	TR	KTC1923(2SC3194)	4	Q1, 2, 3, 4 KEC
6	"	KTC380	2	Q6, 7 KEC
7	CARBON FILM RESISTOR	100Ω 1/4WJ	2	R10, 12
8	"	220Ω "	1	R32
9	"	470Ω "	2	R14, 15
10	"	560Ω "	1	R30
11	"	1KΩ "	5	R3, 6, 9, 23, 28
12	"	1.5KΩ "	1	R16
13	"	2.2KΩ "	2	R4, 25
14	"	2.7KΩ 1/16W	1	R17
15	"	2.7KΩ 1/16J	1	R34
16	"	3.3KΩ 1/4WJ	1	R31
17	"	4.7KΩ "	2	R5, 29
18	"	6.8KΩ "	1	R8
19	"	10KΩ "	6	R7, 13, 20, 26, R27, 33
20	"	22KΩ "	1	R21
21	"	100KΩ "	2	R18, 22
22	"	180KΩ "	2	R1, 2
23	"	220KΩ "	1	R11
24	"	330KΩ "	1	R19
25	"	470KΩ "	1	R24
26	CERAMIC CONDENSER(TC)	0.5PF 50WJ	3	C2, 10, 11
27	"	1PF "	1	C22
28	"	5PF "	1	C13
29	"	6PF "	1	C8
30	"	7PF "	2	C1, C12

31	''	8PF	''	2	C21, 23
32	''	10PF	''	1	C3
33	''	22PF	''	2	C4, 14
34	''	33PF	''	1	C19
35	''	47PF	''	1	C31
36	''	68PF	''	1	C15
37	''	56PF	''	1	C16
38	''	120PF	''	2	C20, 32
39	VR	10KB(GF06P)		2	VR1, 2
40	IFT	10.7Mhz(동)(018)		1	T9
41	''	455Khz(흥)(057)		1	T10
42	IFT	RF용 A01(08)		1	T6
43	''	HS10 A02(010)		5	T1, 4, 5, 7, 8
44	''	A03(09)		2	T2, 3
45	INDUCTOR	0.2uH		1	L1
46	''	1.0uH		1	L2
47	TRIMMER	5 TO 50P(5)		1	VC1
48	DIODE	1N4148		2	D1, 2
49	X-TAL	10.245MhZ		1	X2
50	''	CH		1	X1
51	X-TAL FILTER	10M15A		1	F1
52	''	CFU455Khz		1	F2
53	CERAMIC CONDENSER	102 50WJ		6	C5, 7, 24, 27, C30, 46
54	''	472 ''		5	C17, 25, 26, C28, 29
55	''	103 ''		5	C6, 9, 18, 52, 53
56	''	104 ''		1	C48
57	MONOLITHIC CONDENSER	104MD 50WJ		5	C33, 34, 35, C37, 47
58	POLYSTER CONDENSER	102 ''		3	C38, 39, 40
59	''	223 ''		2	C41, 42
60	TANTALUM CONDENSER	2.2uH 16WJ		1	C36

61	ELECTROLYTIC CONDENSER	4.7uH	''	1	C44
62	''	10uH	''	2	C43, 45
63	''	47uH	''	3	C49, 50, 54
64	''	100uH	''	1	C51
65	CONNECTOR	2.5m/m	4P	1	
66	CABLE	RG178		30Cm	
67	PCB	100 x 45 x 1.6t		1	

\* IFT(08, 09, 10)사용시 콘덴서 변경

1	CONDENSER(TC)	10P	50WJ	5	C1, 8, 12, C21, 23
2	''	8P	''	1	C13
3	''	27P	''	1	C4
4	''	15P	''	1	C3
5	''	47	''	1	C19

#### 4. RF TX MODEM PART LIST

	DESCRIPTION	NAME	Qty	SYMBOLS
1	CERAMIC CONDENSER	0.01 50WJ	2	C16, C17
	''	0.1 ''	8	C1, C2, C3, C15, C18, C19, C20, C21
2	''	20P ''	1	C13
3	''	30P ''	3	C5, C6, C12
4	''	100P ''	3	C9, C4, C10
5	''	470P ''	2	C7, C8
6	TANTALUM CONDENSER	1/25	1	C11
7	''	47/16	2	C14, C22
8	CARBON FILM RESISTOR	560Ω 1/16W	1	R6
9	''	4.7KΩ ''	2	R10, R17
10	''	10KΩ ''	7	R1, R2, R3, R4, R8, R9, R16
11	''	22KΩ ''	1	R11
12	''	47KΩ ''	1	R7
13	''	180KΩ ''	13	R5, R12, R13, R14 R15, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25
14	IC	4069	1	U1
15	''	TCM3105	1	U2
16	''	87C51	1	U3
17	''	78L05	1	U4
18	X-TAL	4.433619MHz	1	X1
19	''	7.3728MHz	1	X2
20	SW DIODE	1N4148(KDS193)	1	D1
21	TR	C3875(KTC3875)	4	Q1, Q2, Q4, Q5
22	''	KTA1504(KTA1298)	1	Q3
23	VR	10KB	1	V1R
24	SW	SW4P(DIP)	1	S1
25	''	SW16P(DIP)	1	S2
26	CONNECTOR	HEADER 6	1	CN1
27	PIN	TEST PIN	3	TP1, TP2, TP3

## 5. VHF TRANSMITTER CIRCUIT PART LIST

	DESCRIPTION	NAME	Qty	SYMBOLS
1	I. C	78L08	1	U1 Intel
2	TR	MRF586	1	Q7 Motorola
3	"	KTC3880	4	Q1, 2, 3, 4 KEC
4	"	KTA1298	1	Q5 KEC
5	"	KTC4376	1	Q6 KEC
6	VCC DIODE	KDS2236S	1	D1
7	SW DIODE	KDS-193	1	D2
8	"	KDV173	2	D3, 4 MITJ
9	X-TAL	CH	1	X1
10	VC TRIMMER	5-50PF D=6φ	4	VC1, 2, 3, 4
11	CERAMIC CONDENSER(TC)	5PF NPOJ 50V	2	C32, 33
12	"	2PF N750J 50V	2	C11, 18
13	"	7PF "	1	C17
14	"	10PF "	1	C3
15	"	12PF "	2	C19, 40
16	"	22PF "	5	C10, 20, 26, 27, 34
17	"	27PF "	4	C25, 37, 38, 39
18	"	33PF "	3	C1, 6, 12
19	"	56PF "	1	C13
20	"	100PF NPOJ 50V	1	C5
21	"	150PF "	1	C4
22	CERAMIC CONDENSER	1000PF "	11	C2, 15, 16, 21, 23, C24, 28, 31, 35, C36, 45
23	"	2200PF "	3	C8, 9, 43
24	"	0.01UF "	5	C7, 22, 29, 41, 42
25	TANTALUM CONDENSER	1UF 16WVJ	1	C30
26	"	2.2UF "	1	C14
27	"	4.7UF "	1	C44
28	CARBON FILM RESISTOR	10Ω 5% 1/4W	3	R21, 23, 25
29	"	100Ω "	5	R11, 13, 16, 17
30	"	220Ω "	1	R29

31	''	560Ω	''	1	R22
32	''	680Ω	''	1	R30
33	''	1KΩ	''	2	R1, 8
34	''	1.5KΩ	''	1	R26
35	''	2.2KΩ	''	1	R20
36	''	4.7KΩ	''	3	R10, 15, 27
37	''	10KΩ	''	4	R2, 6, 7, 28
38	''	22KΩ	''	4	R3, 12, 19, 24
39	''	100KΩ	''	1	R4
40	CARBON FILM RESISTOR	33KΩ	5% 1/4W	1	R9
41	''	47KΩ		3	R5, 14, 18
42	VR SEMI	2KB(GF06P)		1	VR2
43	''	10KB(GF06P)		1	VR1
44	OSC CHOCK COIL	1UH(REISTOR TYPE)		2	L4, 7
45	''	4.7UH(REISTOR TYPE)		1	L1
46	INDUCTOR	5T 외경 4.2φ 0.5m/m		6	L2, 3, 8, 9, 10, 11
47	''	4T		2	L5, 6
48	IFT	A01(08)		2	T1, 2
49	''	A02(010)		2	T3, 4
50	PCB CONNECTOR	2.5m/m 6P MALE		1	CN1
51	PCB	1.6t x 100 x 45		1	
52	RF CABLE	RG 178		30cm	