

# 해양기상 관측부이시스템 개발연구

A Study on the Development of  
the Ocean Meteorological Buoy System

1995. 9

研究機關  
韓國海洋研究所

氣象研究所

# 提 出 文

기상연구소장 귀하

본 報告書를 “ 해양기상 관측부이시스템 개발연구 ”에 관한 연구 보고서로  
提出합니다.

1995. 9

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  
홍 윤 ( 기상연구소 )  
윤 용 훈 ( 기상연구소 )  
남 효 원 ( 기상연구소 )  
박 기 원 ( 기상연구소 )  
남 영 만 ( 기상연구소 )  
박 정 호 ( 고려대학교 )  
조 장 호 ( 고려대학교 )



## 要約文

### I. 題目 : 해양기상 관측부이시스템 개발연구

( A Study on the development of ocean meteorological buoy system )

### II. 연구개발의 목표와 중요성

한반도 주변에서의 기상관측은 지리적인 위치에서 볼 때 매우 복잡하며 변화의 요소를 많이 내포하고 있는 것이다. 때문에 이러한 곳에서의 기상을 관측하고 분석하며 정확하게 판단하고 예보하는 것이란 과학적이며 정밀도가 높은 기상관측 장비를 사용하여 관측된 많은 자료와 경험과 고도의 기술이 있어야 하는 것이다.

특히 우리 나라와 같은 대기와 해양의 상호작용이 기상 변화의 많은 영향을 주고 있는 여건 하에서는 육상의 기상 장비와 함께 해양에서의 기상 자료 수집이 기상을 분석하고 연구하는데 필수적인 수단인 하나로서 매우 중요하다.

그러므로 해양에서의 기상을 관측하기 위해서는 해양 기상관측에 필요한 각종 센서를 부착한 부이를 만들어 해양에 고정 계류를 하여 지속적으로 해양 기상 자료를 획득할 수 있도록 해야 한다.

본 연구에서는 이러한 해양에서의 기상관측의 중요성을 인식하여 실질적인 해양에서의 정확한 기상 변화 요소를 실시간 지속적으로 관측, 기록, 분석할 수 있는 무인 자동 해양 기상관측 부이를 제작 연구하고자 한다. 그러므로 한반도 주변에서의 신속한 기상 변화 감지 및 기상 이변에 대한 대처 방안을 강구하고, 재해 예방 및 국가의 발전과 이득의 방향으로 기여할 수 있도록 하는 것이 본 연구의 목표이기도 하다.

즉, 연구 제작하고자 하는 부이는 무인 자동 해양 기상관측 부이 시스템으로서 인력, 시간, 공간적인 제약을 극복하여 양질의 기상 자료를 획득할 수 있는 시스템의 국산화 개발 및 기술 축적을 하는 것이다.

### III. 연구개발의 內容과 범위

- 기상 관측 부이 제작을 위한 자료 수집 분석과 설계
- 센서 자료 수집 및 특성 분석, 선정
- 원거리 자료 전송 및 수신 체계 설계
- 인터페이스 및 자료 처리 프로그램 알고리즘 작성
- 부이 운용 방법 및 계류 위치 선정 검토

### IV. 연구 개발의 結果와 활용에 대한 건의

1. 빠른 속도로 변화되고 발전하는 국가 산업과 국민의 복지. 향상은 과거와는 다른 차원에서의 과학을 응용하고 이용하는 생활 문화가 정착되어 가고 있다. 이러한 변화 속에서 기상의 중요성은 대단히 커다란 변수의 하나이며 자연을 이해하고 능히 이용할 수 있는 국가만이 더욱 부강하여 질 수 있고 생활이 윤택하여질 수 있는 것이다. 때문에 기상은 우리 생활에 밀접한 관계를 가지고 있을 뿐만 아니라 산업 발전의 미치고 있는 영향은 대단하다고 하겠다.

이제 우리도 기상과 해양의 변화를 빠르고 정확하게 감지하고 예측할 수 있는 방법을 개발하여야 할 것이며 이러한 방법 중의 하나가 해상의 직접 기상을 관측하고 변화를 감지할 수 있는 해양 기상관측용 부이를 개발하여 중요한 해상에 고정시켜 관측하는 것이 능동적으로 과학을 이용한 우리의 자세일 것이다.

2. 서론에서 이미 언급하였듯이 본 사업은 95년부터 3년간의 연구 기간을 갖고 시작하였으며 95년이 그 첫해로서 기상 부이를 제작하고 활용하기 위한 기본적인 모든 자료 수집과 일부 전자 회로 실험 및 운용 소프트웨어의 알고리즘을 작성하는 내용으로 연구 업무를 수행하였다. 연구 결과에서는 다음과 같은 내용으로 크게 몇 가지로 나타낼 수 있다.

1) 해양 기상관측 부이의 형태 및 구조 결정

2) 기상 센서 선정

3) 자료 전송 및 자료 처리 방법 결정을 하였으며 내용을 분석하여 보면

- 정확한 해면(파도)특성 관측을 위한 모양으로 설계.
- 자료 수집 및 처리 속도를 사용자가 직접 명령으로 제어 가능.
- 자료의 실시간 수집 기록 분석 가능.
- 부이 적재 물에 따라 하드웨어 및 소프트웨어 변경 가능
- 전자 기기 및 자료 수집 장치의 완전 방수, 센서 및 전자 부품 등을 부이를 수중에서 꺼내지 않고도 쉽게 설치 교체 보수 가능.
- 계류 위치에서 이탈될 경우 경고 발생 사용자가 인식 가능.

등의 기술적인 특징 및 장점이 있는 양질의 자료를 생산할 수 있는 기상 부이로 제작되어 질 것이다.

3. 부이가 완전하게 제작되고 운용되면 이는 해양 기상에 대한 관측뿐 아니라 해양 특성도 함께 관측하여 고정 점에서의 장기간 동안의 해양의 특성을 관측하고 분석하여 현재 문제가 되고 또한 심각하게 피해에 직면하고 있는 공해, 유류오염, 바다의 생태계의 변화, 등에 대한 연속적인 추적과 예보를 할 수 있는 기초 연구로 함께 응용할 수도 있는 것이다.



# SUMMARY

## I. Title

A Study on the development of ocean meteorological buoy system

## II. Objectives and Significance of the Study

This paper is described to development for the ocean meteorological buoy systems. It terms of this study has estimated 3 years (1995 to 1997), and the first stage has been terminated on this year(1995).

The purpose and important points of this study are the Meteorological research Institute of KMA will be develop a telemetry stations and buoys for meteorological data gathering applications. This meteor buoy transmit data vir VHF radio link and transmit to satellite also self recording of quantity of 6 months data.

It is necessary to the data acquisition about the variable weather on the Korea oceans. because that is need to protection and escape of national property from the disaster. It also need to make a net work of real time of data aquisition system and will be development and accumulated for the technical know-how of ocean meteorological study.

## III. Contents and Scope of the Study

- Designed of the meteor buoy hull and hardware.
- Selected of the sensors of weather stations
- Designed of the data link system of the VHF, satellited and self recording system and include navigation light

- Designed the algorithm of the data processing, command control format are directly programmable by the user, in real time, and alarms system etc. for buoy operation software.

#### IV. Results and Suggestions for Future use

- System components are housed in waterproof enclosures and configured for easy replacement at sea. The buoy can be boarded while it is in the water and components changed without removing the buoy from the water.

- The buoy is designed to follow the motion of the sea surface to measure wave characteristics.

The buoy consists of three parts of a body hull and tower and bottom structure. The main materials of structure is aluminum(6061-TS) and the complete electronics housing assembly including batteries and installed center of buoy hull compartment. The buoy power consists of rechargeable battery with solar cell.

This buoy is approximately 3 [m/m], diameter and weights about 1200 [Kg] except survey equipments, and the tower height 3 [m]. This buoy are single point moored one at shallow water. It consists of one buoy ,one anchoring line, one anchor.

# 目 次

|                     | Page |
|---------------------|------|
| 제출문                 | i    |
| 요약문                 | iii  |
| Summary             | vii  |
| 목차                  | ix   |
| 그림 목차               | xiii |
| 표 목차                | xv   |
| 사진 목차               | xv   |
| 第 1 章 序 論           | 1    |
| 第 2 章 부이 시스템        | 2    |
| 第 1 節 형태 및 구조       | 2    |
| 1. 형태               | 2    |
| 2. 구조               | 5    |
| 3. 재질               | 6    |
| 4. 부이 제작 및 Hardware | 7    |
| 第 2 節 전원 장치         | 8    |
| 1. 전원의 구성           | 8    |
| 2. 전력 제어            | 10   |
| 第 3 節 경보 장치         | 15   |
| 1. 레이더 복굴절기         | 15   |
| 2. 경고등              | 15   |
| 3. 계류 이탈 경보         | 16   |
| 4. 수밀 경보            | 20   |
| 第 4 節 센서            | 21   |
| 1. 센서의 구성           | 21   |
| 2. 센서의 특성           | 23   |

|  | Page |
|--|------|
| 第 3 章 자료 전송 체계                                   | 27   |
| 第 1 節 자료 형식                                      | 29   |
| 1. United Kingdom meteorological office          | 29   |
| 2. Argos   | 31   |
| 3. GOES Format                                   | 33   |
| 4. KORDI Format                                  | 35   |
| 第 2 節 송수신기                                       | 36   |
| 1. 송신기   | 36   |
| 2. 수신기   | 41   |
| 第 3 節 송수신 Modem(Tx, Rx Modem)                    | 46   |
| 1. 송신용 RF Modem                                  | 46   |
| 2. 수신용 RF Modem                                  | 49   |
| 第 4 節 자료 처리                                      | 51   |
| 1. Buoy 프로그램                                     | 51   |
| 2. 수신소 운용  | 59   |
| 第 4 章 기상 부이 계류 및 운용                              | 62   |
| 第 1 節 계류   | 62   |
| 第 2 節 시스템 설치 및 운용 사례                             | 66   |
| 1. 한국(한국 해양연구소)                                  | 66   |
| 2. 일본  | 71   |
| 3. Canada  | 74   |
| 제 5 章 結論   | 75   |
| 參考文獻   | 76   |
| Appendix A. 3 Meter Discus Buoy Hull Structure   | 79   |
| Appendix B. 3 Meter Discus Buoy Master Structure | 87   |
| Appendix C. Photos of buoy(KORDI)                | 95   |
| Appendix D. Photos of buoy system (Japan)        | 99   |
| Appendix E. Photos of buoy system (Canada)       | 103  |

# Contents

|   | Page |
|---|------|
| Summary - - - - -                             | vii  |
| Contents - - - - -                            | xi   |
| List of figures - - - - -                     | xiii |
| List of tables - - - - -                      | xv   |
| List of Photos - - - - -                      | xv   |
| Chapter 1. Introduction - - - - -             | 1    |
| Chapter 2. Buoy system - - - - -              | 2    |
| Section 1. Body and Structure - - - - -       | 2    |
| 1. Body - - - - -                             | 2    |
| 2. Structure - - - - -                        | 5    |
| 3. Material - - - - -                         | 6    |
| 4. Manufacture and hardware of buoy - - - - - | 7    |
| Section 2. Power equipment - - - - -          | 8    |
| 1. Construction of power - - - - -            | 8    |
| 2. Power control - - - - -                    | 10   |
| Section 3. Alarm equipment - - - - -          | 15   |
| 1. Radar reflector - - - - -                  | 15   |
| 2. Warning lamp - - - - -                     | 15   |
| 3. Mooring alarm - - - - -                    | 16   |
| 4. Waterproof alarm - - - - -                 | 20   |
| Section 4. Sensors - - - - -                  | 21   |
| 1. Constitute of sensors - - - - -            | 21   |
| 2. Character of sensors - - - - -             | 23   |

|  | Page |
|--|------|
| Chapter 3. Data transmission system - - - - -              | 27   |
| Section 1. Data format - - - - -                           | 29   |
| 1. United Kingdom meteorological office - - - - -          | 29   |
| 2. Argos - - - - -   | 31   |
| 3. GOES Format - - - - -                                   | 33   |
| 4. KORDI Format - - - - -                                  | 35   |
| Section 2. Transmitter and Receiver - - - - -              | 36   |
| 1. Transmitter - - - - -                                   | 36   |
| 2. Receiver - - - - -                                      | 41   |
| Section 3. RF Modem - - - - -                              | 46   |
| 1. Transmitter - - - - -                                   | 46   |
| 2. Receive - - - - -                                       | 49   |
| Section 4. Data processor - - - - -                        | 51   |
| 1. Buoy software - - - - -                                 | 51   |
| 2. Operating of receiving station - - - - -                | 59   |
| Chapter 4. Mooring and operation of Meteor buoy - - - - -  | 62   |
| Section 1. Mooring - - - - -                               | 62   |
| Section 2. System install and operation example - - - - -  | 66   |
| 1. Korea - - - - -   | 66   |
| 2. Japan - - - - -   | 71   |
| 3. Canada - - - - -  | 74   |
| Chapter 5. Conclusion - - - - -                            | 75   |
| Reference - - - - -  | 76   |
| Appendix A. 3 Meter Discus Buoy Hull Structure - - - - -   | 79   |
| Appendix B. 3 Meter Discus Buoy Master Structure - - - - - | 87   |
| Appendix C. Photos of buoy(KORDI) - - - - -                | 95   |
| Appendix D. Photos of buoy system (Japan) - - - - -        | 99   |
| Appendix E. Photos of buoy system (Canada) - - - - -       | 103  |

## List of Figures

| Figure  | Page |
|---|------|
| 2. 1. Generic forms of surface buoy hulls - - - - -                                   | 3    |
| 2. 2. Discus buoy ( Designed by H.O Berteaux, 1982) - - - - -                         | 4    |
| 2. 3. Flow chart of buoy system - - - - -   | 7    |
| 2. 4. Constitute diagram of power control system - - - - -                            | 11   |
| 2. 5. Circuit diagram of charger - - - - -  | 12   |
| 2. 6. Charger circuit in charge regulation mode - - - - -                             | 12   |
| 2. 7. Discharge circuit - - - - -   | 12   |
| 2. 8. Power control algorithm - - - - -   | 14   |
| 2. 9. Comparing of fixed point to received - - - - -                                  | 18   |
| 2.10. GPS filter algorithm - - - - -  | 19   |
| 2.11. Level detector of waterproof - - - - -  | 20   |
| 2.12. Circuit diagram according to sensors output form<br>( A/D Converter ) - - - - - | 24   |
| 3. 1. Block diagram of data transmit system - - - - -                                 | 28   |
| 3. 2. Data buoy system schematic - - - - -  | 29   |
| 3. 3. Timing diagram and format of PTT system - - - - -                               | 32   |
| 3. 4. Block diagram of AXYS weather buoy system - - - - -                             | 34   |
| 3. 5. Block diagram of buoy system(KORDI) - - - - -                                   | 35   |
| 3. 6. The utilization of half-duplex communication - - - - -                          | 37   |
| 3. 7. Buoy transmitter block diagram - - - - -  | 37   |
| 3. 6. Transmitter circuit - - - - -   | 38   |
| 3. 9. Final power amplifier - - - - -   | 40   |
| 3.10. Block diagram of receiver - - - - -   | 41   |
| 3.11. Receiver circuit - - - - -  | 42   |
| 3.12. RF Amp and 1st IF - - - - -   | 43   |
| 3.13. Inner circuit of MC3361 - - - - -   | 45   |

| Figure   | Page |
|--|------|
| 3.14. Function of modulator /demodulator - - - - -   | 46   |
| 3.15. Circuit of RF Modem(Tx) - - - - -  | 47   |
| 3.16. A modulation of Frequency Shift Keying(FSK) - - - - -  | 48   |
| 3.17. Circuit of RF Modem(RX) - - - - -  | 50   |
| 3.18. Method of Interrupt - - - - -  | 51   |
| 3.19. Constitute of sensors and microprocessor - - - - -   | 52   |
| 3.20. Wait for interrupt - - - - -   | 56   |
| 3.21. Data transfer and power control - - - - -  | 57   |
| 3.22. Command communication algorithm - - - - -  | 58   |
| 3.23. A Equivalent circuit of transmission line - - - - -  | 60   |
| 3.24. Data display of buoy sensors data - - - - -  | 61   |
| 3.25. Display menu of data processing - - - - -  | 61   |
| 4. 1. Shallow water surface mooring schemes - - - - -  | 63   |
| 4. 2. Deep water surface mooring schemes - - - - -   | 65   |
| 4. 3. Profile of buoy - - - - -  | 67   |
| 4. 4. Time plot of longitude of the buoy location obtained from<br>ARGOS during test operation - - - - - | 68   |
| 4. 5. Time plot of latitude of the buoy location obtained from<br>ARGOS during test operation - - - - -  | 69   |
| 4. 6 Time plot of sea surface temperature during test operation - -                                      | 69   |
| 4. 7. Scatter plot of the buoy location obtained from<br>ARGOS during test operation - - - - -           | 70   |
| 4. 8. Buoy structure of Japan - - - - -  | 72   |
| 4. 9. Measurement point of buoy - - - - -  | 73   |

## List of Tables

| Table   | Page |
|---|------|
| 2. 1. Difference point of between land and sea equipment - - - - -  | 8    |
| 2. 2. Telemetry power and current - - - - -   | 10   |
| 2. 3. Buoy sensors - - - - -  | 22   |
| 3. 1. UK meteorological Office :  |      |
| Marine automatic weather station ( MAWS ) Code - - - - -  | 30   |
| 3. 2. Consist of the buoy Data - - - - -  | 34   |
| 4. 1. Mean and standard deviation of moored buoy information obtained<br>from ARGOS during test operation - - - - - | 70   |

## List of Photos

| Photo  | Page |
|--|------|
| C. 1. Buoy on land and in water - - - - -          | 97   |
| C. 2. Preparation of buoy deployment - - - - -     | 98   |
| D. 1. Buoy in water - - - - -                      | 101  |
| D. 2. Buoy data processor unit boxes - - - - -     | 101  |
| D. 3. Sensors of buoy master - - - - -             | 102  |
| D. 4. Control panel of receiving station - - - - - | 102  |
| E. 1. Meteorological buoy - - - - -                | 105  |
| E. 2. Master of meteorological buoy - - - - -      | 106  |

## 第 1 章 序 論

우리 나라는 좁은 국토와 긴 연안선을 가지고 있는 까닭에 연안선을 따라 활발한 경제 활동이 이루어지고 있다. 최근 경제 성장이 빠르게 진척되어 감에 따라 바다가 하나의 레저 공간으로 인식되어져 가고, 선박이 대형화되고 고속화되어 해난 사고의 대형화가 초래하고 있다. 따라서 해상이나 연안역의 보호와 해황정보 제공은 매우 가치 있는 일이다.

최근에 전자 산업의 발달에 힘입어 해양 관측 기·장비가 급속하게 개발되고 있으며 해양 관측 자료를 무선으로 송수신하는 시스템도 소형화되고 있다. 그리하여 우리 나라의 실정에 맞는 해양 기상 관측 소형 부이를 개발하고 그 운용 기술을 축적하여 우리 나라 주변 해역에 적용하는 것이 외국의 기술을 직접 들여오는 것보다 더 효과적이라 할 수 있다. 해양 기상 관측 부이로부터 지속적인 실 시간 자료를 관측하여 차후 해양 기상 관측망 확충 등 해양 기상 업무의 기반 조성을 하려 한다.

부이 시스템을 사용하고자 하는 가장 중요한 목적으로서는 고정된 위치에 부이를 계류하여 해양에서의 기상학적인 또는 해양학적 자료를 획득할 수 있는 여러 가지 목적의 알맞은 장비를 설치하여 장기간 연속적으로 자료를 획득하는 것이다.

이러한 조건을 충족시키며 장기간 동안 부이를 유지시키는 기술은 대단히 어려운 엔지니어링에 속하는 것으로서, 지금은 센서와 통신 기술이 발달함에 따라 획기적인 변화와 새로운 개념의 부이 엔지니어링 기술로 발전되고 있는 실정에 있다.

본 연구에서 설계할 부이는 직경 3 [m]급 Discus Buoy 로서, 사다리 모양의 마스터 (높이 3[m])와 축전기 및 태양전지를 겸한 전원을 갖춘 특수 알루미늄 Hull로서, 미국 Woods Hole 해양연구소에서 개발되어 그 동안 십 수년간 미국과 캐나다에서 대표적으로 사용되고 있는 것을 기초로 하여 설계할 것이다.

## 第 2 章 Buoy 시스템

부이 시스템은 그 목적과 환경에 따라서 수많은 종류가 있다. 즉 항해의 도움을 주는 항해 표식 부이, 해상 구조물 또는 연안 산업 지역의 경계를 나타내기 위한 표식 등의 경계 부이, 해양 기상 상태 및 환경 변화를 지속적으로 모니터링하는 기상 부이, 해양의 특성을 장기적으로 관측하고 모니터링하는 해양프랫트홈, 그 밖의 선박을 임시 계류시키거나 어망 등을 고정시킬 수 있는 부이 등으로 구분할 수 있다.

### 제 1 절 형태 및 구조

#### 1. 형태

부이의 형태는 계류식(moored)과 표류식 (free drifting)이 있으며 계류식에는 이미 잘 알려진 바와 같이 표층 부이 시스템(surface buoy system)과 수중 부이 시스템(subsurface buoy system)이 있다. (1994. H.bertheaux)

또한 부이의 목적, 연안용, 심해 대양용 등에 따라서 그 형태가 다양하게 된다.

표층 부이의 형태는 대개 Fig. 2.1과 같으며 Fig. 2.2는 개발하고자 하는 부이의 자세한 모양도 이다.

부이는 특수 알루미늄 재질의 직경이 3 [m](Rubber Bumper제외)의 원반형(Discus)과 사다리 모양의 타워를 갖고 있는 형태이다. Hull의 깊이는 1 [m]이며 타워의 높이는 약 3 [m]이다.

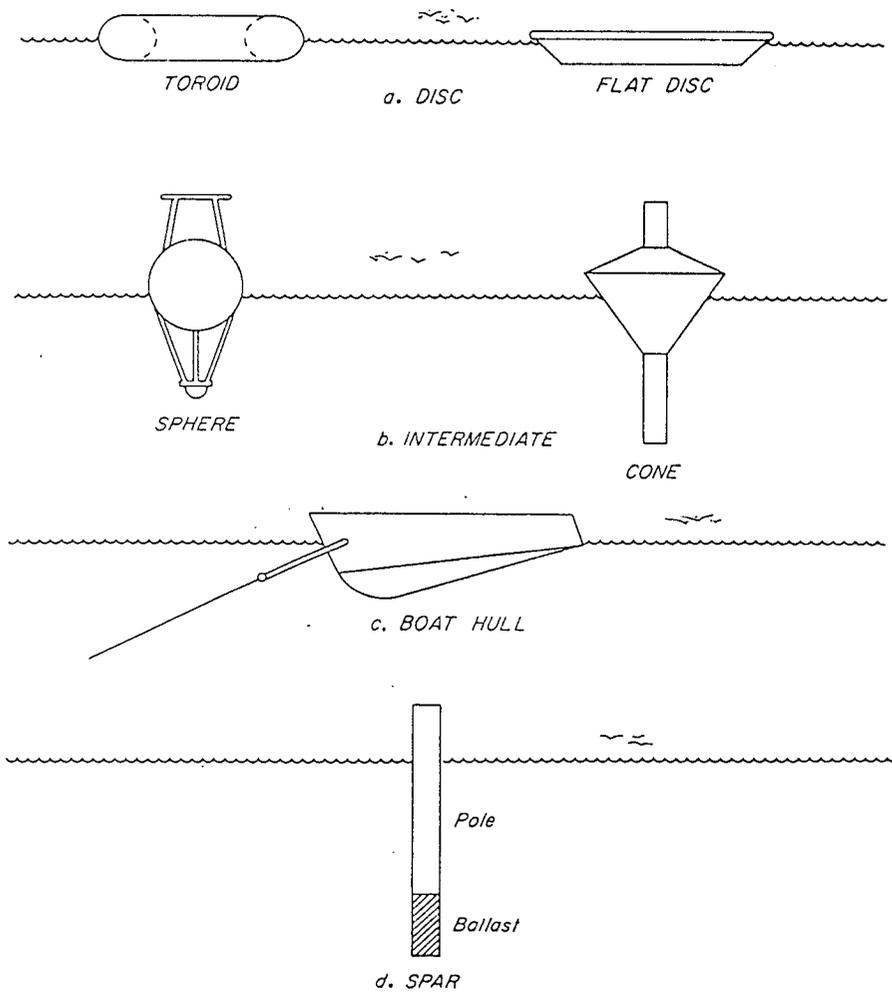


Fig. 2.1. Generic forms of surface buoy hulls

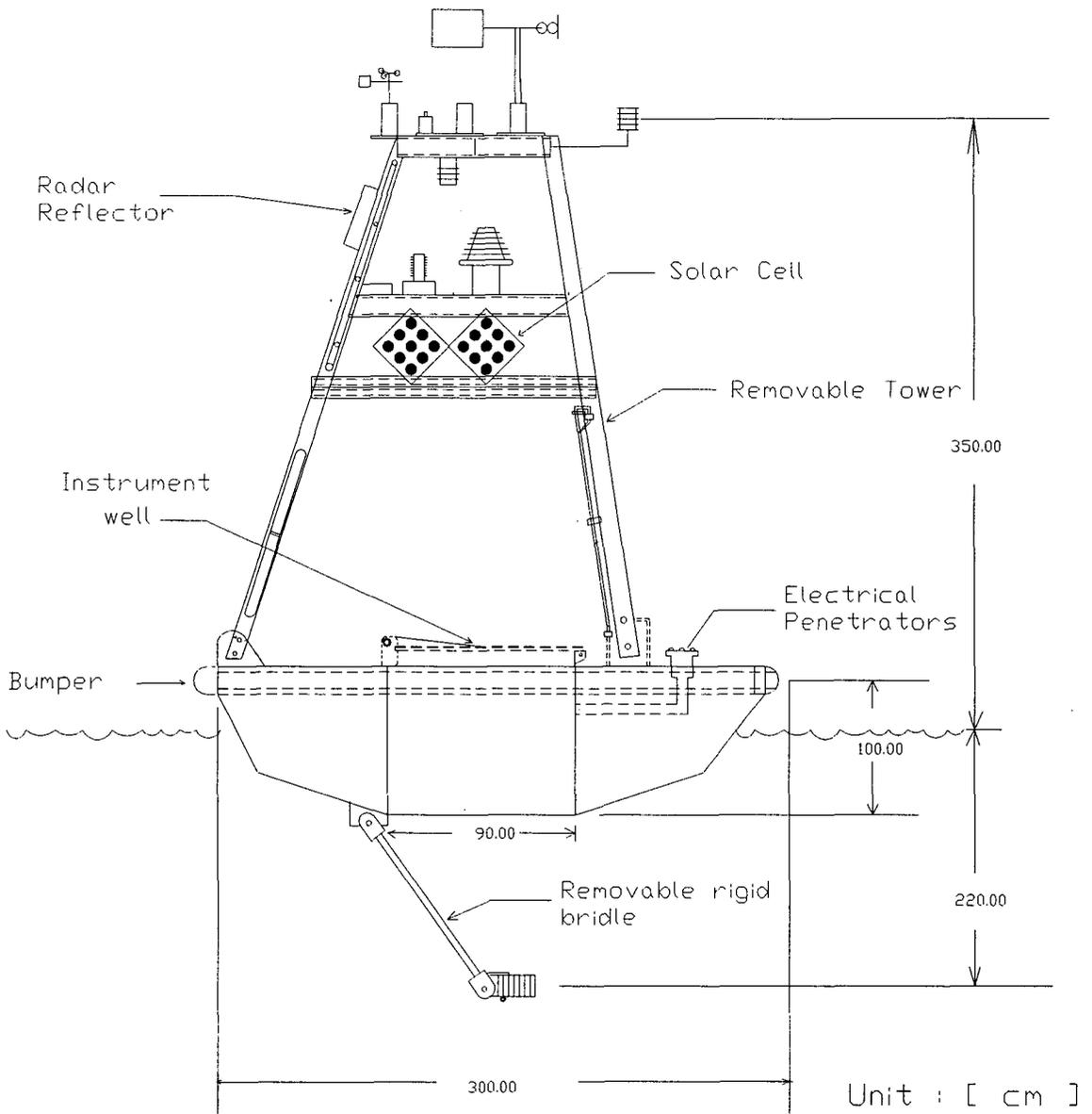


Fig. 2.2. Disc buoy ( Designed by H.O Berteaux, 1982)

## 2. 구조

부이의 구조는 부이 몸체, 타워, 보조 구조물(부이 하부)의 3가지 주요 부분으로 구성된다. 본 연구에서 설계하고 제작 계획한 부이 Hull과 구조를 자세하게 살펴보면 아래와 같다. 알루미늄 재질의 직경이 3 [m](Rubber bumper제외)의 원반형(Discus)과 사다리 모양의 타워를 갖고 있는 형태로서 6개의 컴파트먼트로 나뉘어져 있다. Hull의 깊이는 1 [m]이며 타워의 높이는 약 3 [m]이다. 그리고 부이 중심에는 자료 수집 전자 기기 및 전원 보관 함체가 있다. ( Fig. 2.2 참조)

다음은 부이의 외형 및 구조의 제원이다.

### 1) 구조

부이의 구조는 크게 3가지 주요 부분으로 구성되어 있다.

- 부이 몸체 (6개의 컴파트먼트로 구성)
- Tower
- 보조 구조물(부이 하부)

### 2) 외형 (원반형)

- 직경 (Rubber bumper 제외) : 3 [m]
- Hull의 깊이: 1 [m]
- Tower( 사다리 모양) 높이 : 3 [m]
- 전체 높이( 풍향계 마스타포함) : 5.4 [m]
- 전자 기기 함체(원통) 직경 : 0.9 [m]
- 보조 구조물 길이 : 1.8 [m]

### 3) 재질

- 부이 몸체 및 Tower : Marine grade aluminum(6061-TS)  
with 316SS hardware
- 보조 구조물 : Steel 및 Rubber bumper

### 4) 제작

- 부이 몸체 : 알루미늄 용접
- Tower : 용접 및 볼트 너트로 조립
- 부이 하부 : 삼각형의 부라켓트를 이용한 볼트 너트 조립

### 5) 무게 및 부력

- Net Weight : 약 1,200 [Kg]( 장비 탑재 제외)
  - Gross Weight : 약 1,600 [Kg]( 장비 탑재 포함)
  - 총 용적 : 약 5,000 [Kg]
  - 여유 부력 : 3,800 [Kg] ( 장비 탑재 및 Mooring 제외)
- (Appendix A, B. 참조)

### 3. 재질

이미 언급한 바와 같이 부이 Hull의 재질로서는 철(Steel), 알루미늄 또는 특수 합성수지로 제작할 수 있다. 이러한 재질의 특성을 알아보면 다음과 같다.

철(Steel)로 제작할 경우 장점으로서는 우선 전체적으로 매우 튼튼하며 보통의 방법으로 용접이 가능하고 또한 계류에 필요한 부속품들을 붙였다 제거하는 등의 작업이 용이하며 전체적으로 비용이 저렴하다. 반면에 결점으로서는 자체 무게가 무겁고, 해수에 의한 부식과 부착 생물 방지 등 정기적으로 유지 보수를 하여야 한다. 만약 부이 자체의 무게를 고려하지 않는 것이라면 철로 제작한 부이가 가장 오래 견디고 제작이 쉬우며 여러 가지로 가장 경제적인 부이라고 할 수 있다.

알루미늄(Aluminum)역시 가볍고 밀도가 단단한 것으로서 대중적인 부이 제작 재질로서 쓰여지고 있다. 대개 해양에서 사용하고 있는 알루미늄 재질로서는 AL 5083 또는 AL 6061을 쓰고 있으며, 알루미늄 재질에서는 특히 용접 기술이 좋아야 오래도록 사용할 수 있다. 만약 알루미늄을 철로 고정시켰거나 철이 접촉되어 있다면 이것으로부터 전기 극화 현상이 일어나기 시작하며 그 주위로부터 부식 현상이 일어난다.(1994. H. O. Berteaux)

합성수지(Fiberglass)로 제작한 Hull은 동일한 용적 및 크기의 알루미늄 Hull보다 무겁다. 또한 이 재질은 강도와 환경에 대한 저항력은 매우 우수하다. 그러나 제작 비용은 많은 수량이 아닌 소량일 경우에는 비싼 편이다.

#### 4. 부이 제작 및 Hardware

부이 시스템의 구조 설계는 시스템의 개요와 목적에 따라 안정성(stability), 하중 (payload) 등을 검토하고 해상 상태, 유속 및 수압과 같은 환경 조건도 반드시 고려하여야 한다. 즉 설계 요구 조건에 따라 부이 시스템을 결정하고 환경 여건에 따라 구조와 기계적 부하를 결정한다. 그리고 나서 제작비, 설치, 운용, 회수를 감안하여 최종 설계를 한다. (1991. 이,전등) Fig .2.3 는 이와 같은 과정의 흐름도를 나타낸 것이다.

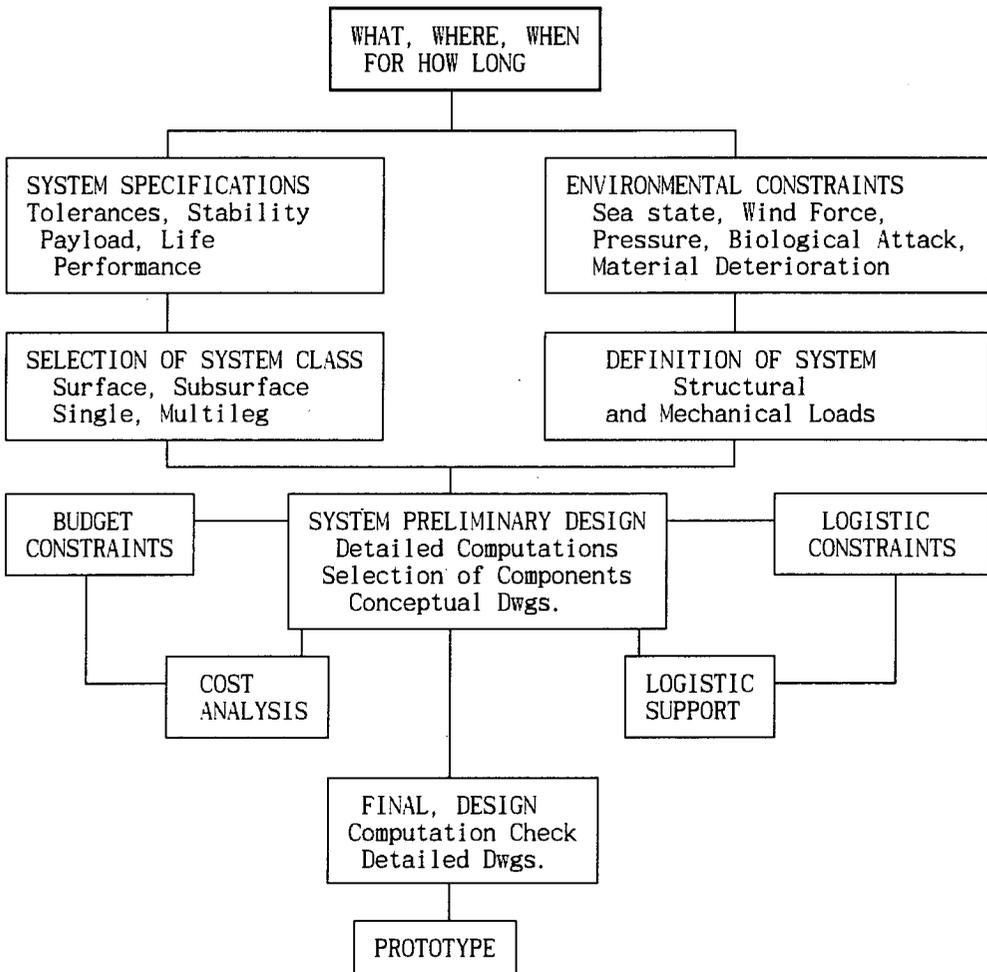


Fig.2.3 Flow chart of buoy system

## 제 2 절 전원 장치

해양에서 사용되고 있는 관측 장비는 대부분 무인 관측으로 Table 2.1에서와 같이 육상에서의 관측과는 커다란 차이점을 보이고 있다. 가장 중요한 문제는 전원이 무한정 공급될 수 없기 때문에 제한적으로 사용되며 보수 유지를 해야 한다는 것이다.

Table 2.1. Difference point of between land and sea equipment

| 구분       | 조 건   | 차이점  |  | 비 고   |
|----------|---|--|--|---|
|          |   | 해양   | 육상   |   |
| 1. 환경측면  | 작업 장소<br>매질<br>압력<br>운동 상태                            | 해양(지구 표면의 약 70%)<br>해수(염분도)<br>수압<br>동적  | 육지(지구 표면의 약 30%)<br>공기<br>대기압<br>정적  | - 염분도로 인한 장비의 수명 단축<br>- 수압은 고도의 방수 처리 기술을 요하고 있음 |
| 2. 장비비측면 | - 전원<br>- 보수 및 유지<br>- 장비의 사용년한<br>- 장비 운영<br>- 자료 저장 | - 축전지 사용 ( DC )<br>Solar panel, 제한적<br>- 많은 시간 소요<br>- 5 년 ~ 10 년<br>- 복잡(세심한 주의)<br>- 전력 소모가 적고<br>경고한 것으로 제한 | - AC 110/220, 축전지( DC ) 등 다양<br>- 수시로 가능<br>- 10년(이상도 가능)<br>- 단순<br>- 저장 장치가 다양 |   |

### 1. 전원의 구성

전원의 구성은 축전지를 주로 사용하며 일사량이 비교적 풍부한 N 60° 이하에서는 Solar panels과 충전용 축전지를 겸용으로 사용하고 있으며, 부이의 전원을 프로그램에 의해 제어하고 그 상태를 항상 감시하고 있다. 부이의 전원은 기본적인 소모량과 사용 시간을 고려하여 충분한 전원을 사용할 수 있도록 하며 전력 소모를 최소화하기 위해 부품을 칩화하거나 저 전력 소모 IC를 사용하고, 자료 전송이 적당한 출력을 결정하며, 축전지가 환경의 영향을 거의 받지 않고 전류가 항상 일정하게 유지시킬 수 있는 것을 사용하고 있다. 전원에 있어서는 세심한 주의와 정확한 관측 시간을 관리 운영하여 자료의 손실을 막고 부이의 관측기간을 연장시키고 있다.

전원을 자료 처리용과 경고등을 분리하여 사용하고 Data logger의 전원 또한 별도

의 전원으로 구성하여 자료의 손실을 막고 있다. 부이의 전원 공급은 기본으로 DC 12 [V]를 기준으로 하여 전원을 구성하게 될 것이며 소모 전류는 대략 2 [A] ~ 3 [A] 정도로 설계될 것이다. 물론 이 때의 사용 전류는 센서의 수, RF 출력 등에 좌우되겠지만 최대 4 [A]의 소모 전력을 생각하여 설계하게 될 것이다.

### 1). Solar panel

우리 나라의 경우 태양열을 이용하려면 모듈의 방향이 남쪽으로 향하게 하고 수평면을 기준으로 35 ~ 40도 경사를 유지해야 한다. 축전지를 사용할 경우 야간에 축전지 전류가 역류하는 것을 방지하기 위하여 Blocking diode를 모듈어레이와 축전지 사이에 연결해야 한다. 기본적으로 구성될 Solar panel은 DC 12 [V]의 출력을 갖으며 용량이 21 [Wh]인 것을 3 개 병렬로 연결하여 사용할 것이다.

모듈에서 출력되는 전류를 축전지에 충전할 시, 축전지의 과충전 및 손상을 방지하기 위하여 정전압 조정기를 사용하여야 하며 또한 모듈 전면을 항상 깨끗하게 유지할 수 있게 해야 한다.

### 2) Battery

Solar panel에서 공급하고자 하는 전원과는 무관하게 충전이 된 상태에서 재 충전의 시간이 없어도 최소한 20 일 정도의 용량이 되어야 한다고 본다.

축전지의 구성은 부이 전체의 소모 전력이 약 4 [A] 정도에 맞게 DC 12 [V] 65 [Amp. hr] × 4 개를 병렬로 연결하여 사용할 것이다. Gelled cell lead acid batteries ( Rechargeable batteries )는 Solar panels에서 공급하는 전력을 최대한 수용할 수 있는 것이라야 하겠다.

이때 고려할 점으로는 원거리의 사용자가 수리 보수를 준비하는 시간, Data logger에 기록된 자료의 손실 방지를 위한 별도의 전원 사용을 고려해야 하며, 선박에 대한 경고등 또한 별도의 전원으로 관리해야 한다. 그리고 송신기의 종류에 따른 통달 거리를 고려해서 수신소와의 정확한 거리 산출과 출력에 따른 소모량을 조절하여야 한다. Table 2.2는 AXYS사의 부이에 사용되고 있는 송신기에 따른 출력과 전류 소모를 나타낸 것이다.

Table 2.2. Telemetry power and current

| Telemetry type | Transmitter power [W] | Average Drain [mA] | Range                             |
|----------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|
| GOES           | 40                    | 100                | Controlled access to 70° latitude |
| METEOSAT       | 40                    | 100                | Controlled access to 70° latitude |
| ARGOS          | 2                     | 4                  | Global                            |
| METEORBURST    | 100                   | 4                  | 2000 [Km]                         |
| Direct RF      | 1                     | 0.3                | 15 [Km]                           |
| Direct RF      | 5                     | 0.8                | 50 [Km]                           |

## 2. 전력 제어

부이 전원의 안정적인 공급을 위해 각각의 중요한 단자에 버스 전압, 축전지 전압, 충전 전류, 분류 전류를 감지하여 미리 설정한 충전 및 방전 모드로 변환하기 위하여 Fig. 2.4에서 나타낸 것과 같이 전력 감지부에 전자적인 스위치를 달아 마이크로 프로세서 프로그램에 의해 On / Off를 함으로서 전력을 제어하는 것이 좋다.

### 1) 회로 구성

전원의 안정적인 공급을 위해 사용하는 회로로는 기본적으로 3가지로 구성하고자 한다. 충전 모드에서는 축전지의 충전은 부하에 공급하고 남는 Solar panel의 출력 전지에 의해 충전된다. 버스 전압 레귤레이션 모드는 충전 가능한 전류량이 축전지의 정격 충전 전류량보다 적을 경우 버스 전압은 충전기에 의해 조절된다. (Fig. 2.5 참조) 충전전류 레귤레이션 모드에서는 충전이 가능한 전류량이 축전지의 정격 충전 전류량보다 큰 경우에는 축전지는 정격 충전 전류로 충전되며 버스 전압은 분류 레귤레이터에 의해 조절된다. (Fig. 2.6 참조) 방전 모드는 입력 전원을 축전지로 하며 야간 또는 구름이 많이 낀 날 사용하게 된다. (Fig. 2.7 참조)

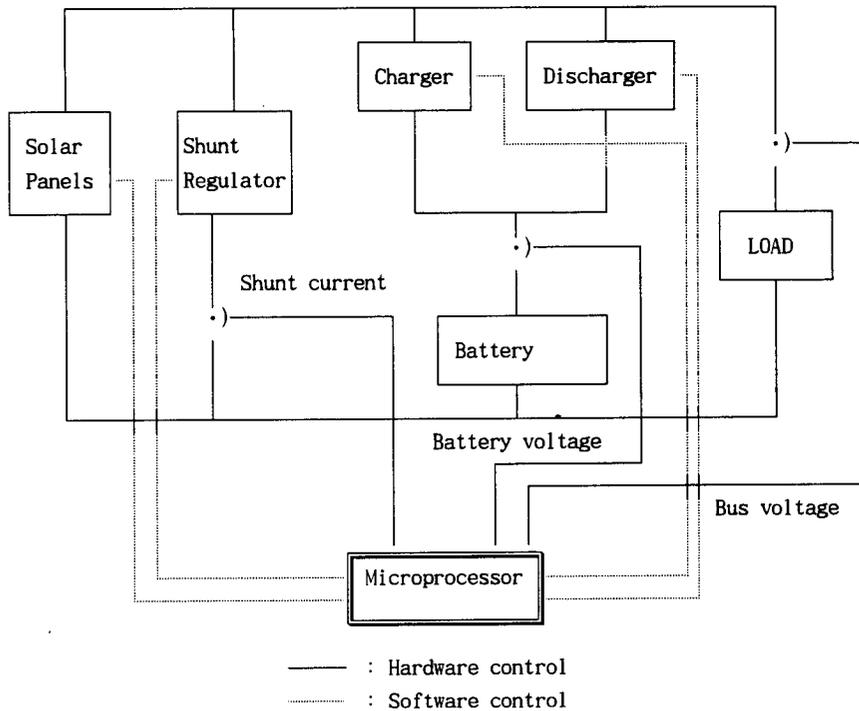


Fig. 2.4. Constitute diagram of power control system

덧붙여서 여기서 고려해야 할 것은 부이의 전자 부품의 사용에 있어서 CMOS 디지털 회로의 저 전력 소모, 단락 회로 전류 소모와 누설 전류를 고려하여 설계하여야 하며 특히 설계를 위해서는 공급 전압, Vdd와 스위칭 캐패시턴스, CEFF를 최소화하여야 하며, CMOS 회로의 전력 소모는 공급 전압 제곱에 비례하기 때문에 스위칭 캐패시턴스보다 공급 전압이 더 전력 소모에 지배적으로 영향을 미친다. 공급 전압을 낮추면 게이트 지연이 증가하여 회로가 느린 속도로 동작한다.

논리회로 설계 유형에는 Dynamic logic과 Static logic이 있는데 이 방식이 전력 소모에 미치는 영향을 보면 Dynamic logic은 단락 회로 전류 성분이 적고, 노드의 기생(Parasitic) 커패시턴스를 줄일 수 있으며, 스위칭 동작 빈도를 감소시킬 수 있어 매우 유용하다. Static logic은 Precharge의 필요성이 없으며, 클락 신호 조정에 의해 "Power down" 기법을 이용할 수 있어 전력 소모를 줄일 수 있는 장점도 있다.

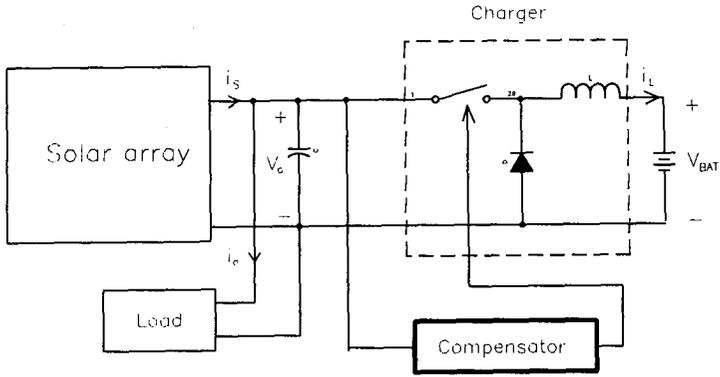


Fig. 2.5 Circuit diagram of charger

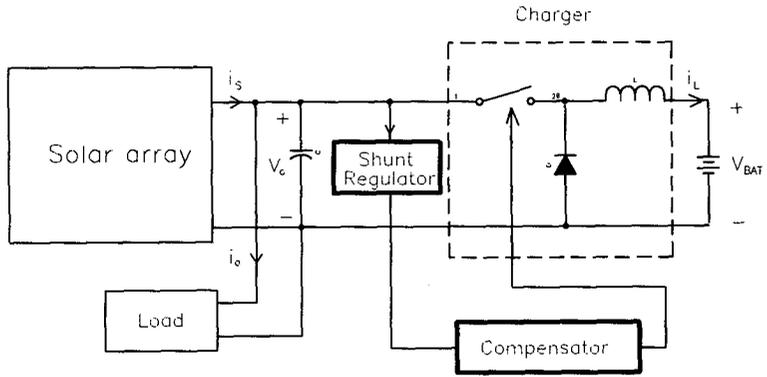


Fig. 2.6 Charger circuit in charge regulation mode

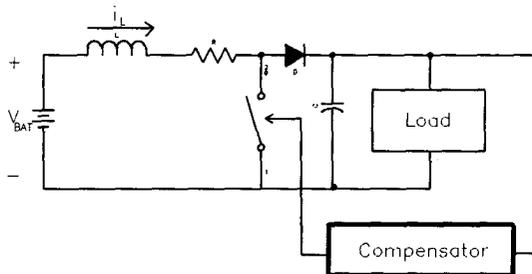


Fig. 2.7 Discharge circuit

## 2) 프로그램

전력 제어의 효율을 높이기 위하여 마이크로 프로세서의 알고리즘을 Fig. 2.8과 같이 구성하였다. 기본적으로 부이 시스템에 공급되는 전원을 12 [V] 이상으로 하고 최저 전압을 축전지의 특성을 고려하여 11.6 Volts 정도로 하여 Solar panels의 공급 전압 양에 따라 적절히 조정함으로써 시스템에 안정적인 전원을 공급하게 할 것이다.

그리고 가장 중요한 자료의 관리를 위해 전원의 상태를 경보로서 알리고 그 전원의 상태로 할 수 있는 한 많은 자료를 얻어 부이 유지에 소요되는 운영비를 줄일 수 있게 하였다( Fig. 3.21 참조). 공급 전압이 자료 관리 및 시스템 유지에 필요한 최저 설정 전압 이하로 떨어지게 될 경우 Memory 생명 유지 전원 구성을 작동시킬 수 있도록 프로그램적으로 만들었다.

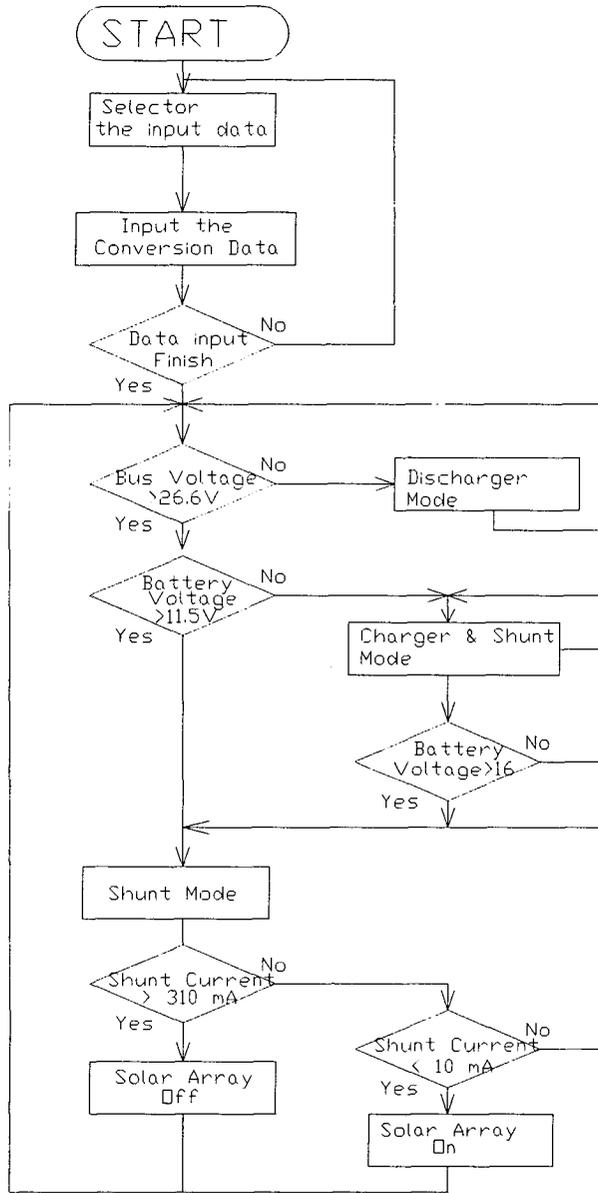


Fig. 2.8. Power control algorithm

### 제 3 절 경보 장치

부이의 관측시 발생될 수 있는 위험 신호, 자료의 손실, 계류 부이의 이동 등 다양한 위험 요소를 수신소의 운용자가 현장에 직접 가지 않고 부이의 상태를 파악하여 보수 유지를 신속히 할 수 있는 경보 체계에 대해서 언급하려 한다. 단, 여기서는 전원 경보에 대해서는 생략한다.

#### 1. 레이더 복굴절기(Radar Reflector)

안개가 끼거나 야간에 이동하는 선박과의 충돌을 막기 위해 접을 수 있는 막대형 투명 플라스틱 내에 알루미늄 반사경이 있는 레이더 복굴절기를 부이의 상단에 설치한다. 이는 항해하는 선박의 레이더 스크opf 상에 나타난 부이 영상을 확대 강조함으로써 쉽게 장애물이 있음을 인지시켜 부이를 보호하게 된다. 또한 탐지 거리 내에 있는 레이더 관측소에서 부이의 위치를 감시하기에 용이하게 한다. 이 복굴절기는 파장 3 [cm] 레이더의 경우 10 [m]<sup>2</sup> 물체 크기로 확대시키는 기능을 갖고 있다.

#### 2. 경고등(Navigation Light)

레이더 불굴절기와 마찬가지로 점멸식으로 된 황색 경고등을 부이의 상단에 설치하여 부이의 위치를 알려 줌으로서 부이를 보호하게 하고 있다. 이 경고등은 수감부에 의해 주변의 밝기를 감지하여 야간 혹은 어두운 낮에 점멸하여 주 부이를 보호한다.

정상적인 상태에서 6 개월 정도 사용이 가능하지만 태양 전지판의 성능과 일조 시간의 변화로 사용 가능 시간이 달라 질 수 있으며, 전류가 0.55 amp가 흐르고 가시 거리가 5.5 [Km] 밝기이며 동일한 케이스 내에 6 개의 램프가 원형을 구성 만약 한 개의 램프가 고장이 나면 자동적으로 다음 램프가 켜지도록 설계되어 있다.

### 3. 계류 이탈 경보

계류된 부이가 자연적인 힘에 의하여 이동하거나 인위적인 힘에 의하여 이동하여 자료의 전송을 중단할 수 있기 때문에 부이의 상태를 신속히 파악하여 조치를 취한다면 자료의 손실과 분실의 위험을 막을 수 있지만 이런 부이의 이동을 신속히 알려 줄 수 있는 시스템이 많지는 않다.

해양관측시 위치를 측정하기 위한 장비로는 DDMU ( Digital distance measuring unit ), LORAN-C, GPS등 많이 있지만 해양 기상 관측 부이를 계류시켜 놓고 위치를 관측하는 방법은 대개 인공위성을 이용하는 방법이 많다.

#### 1) Argos를 이용하는 방법

인공위성을 이용한 전송 시스템 중에서 세계적으로 폭 넓게 사용하는 것 중의 하나인 Argos 시스템은 불란서의 CNES, 미국의 NASA와 NOAA의 공동 작품으로 조사 대상 물체의 위치와 각종 자료를 인공위성을 통해 전송하는 시스템이다. Argos의 PTT( Platform transmitter terminal )를 고정 혹은 이동 물체에 부착하면 그 물체의 위치와 관측되는 자료를 NOAA 위성으로 송신하면, 위성이 1 회전하면서 수신 기록한 자료는 지상 수신국으로 전송되며 수신국에서 다시 전송 자료 센터로 재 전송된다. Argos 자료 처리 시스템은 자료의 손실을 극소화하고 최대의 효과를 가져 올 수 있도록 설계되었다.

각 PTT의 고유 번호에 따라 인공위성으로 송신된 자료는 PTT를 운영하고 있는 사용자에게 전달됨으로서 사용자는 부이의 위치를 알 수 있다. Argos는 위치 측정 활용에서 매우 효과적인 시스템으로 Drift buoy 추적 등에 적절하게 사용되어 오다가 점차 그 영역이 다양화되고 있다.

#### 2) Mooring Line를 이용하는 방법

부이의 Mooring line에 전원이 공급되어 일정 전압을 유지하다가 Line이 끊어지면 전력 공급이 중단되어 이상 신호를 발생함으로써 알 수 있는데 15 초 동안 1분 간격으로 계속되는데 이는 선박을 이용하여 부이를 수색할 때 Auto direction finder로 부이

를 찾을 수 있는 신호를 보내는 것이다.

### 3) GPS를 이용하는 방법

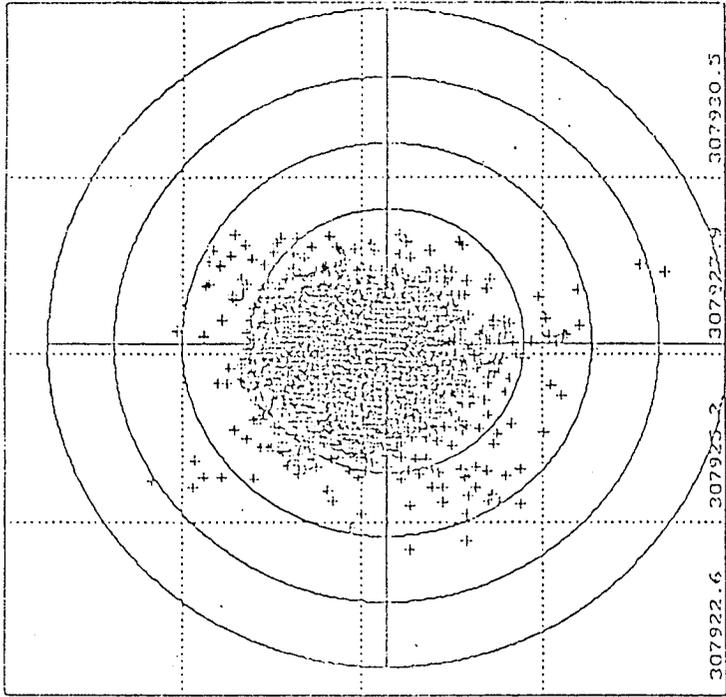
대부분 인공위성을 사용한 Argos를 사용하지만 우리 나라와 같은 경우는 자료의 처리가 실시간으로의 관측이 어려워 GPS의 Module을 사용하여 우리 나라에서 간단히 알 수 있는 방법을 택하게 될 것이다.

GPS의 수신 정보를 부이 센서 자료 전송시 포함하여 전송하면 위치 정보를 분석하여 부이의 계류 지점을 프로그램 내에 설정하여 설정한 한계를 벗어날 경우에 사용자에게 경보 Message 전송하는 방법으로 수신소에서 알게 되는데 이 방법에는 약간의 문제가 있지만 빠르게 부이의 상황을 알 수 있어서 사용하기는 좋다.

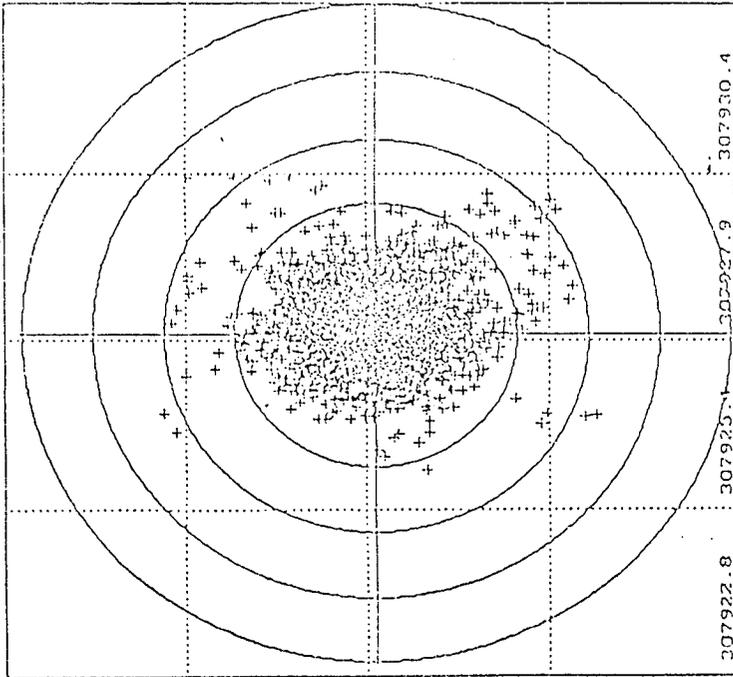
GPS는 인공위성의 위치에 따라서 신호의 강도가 다르고 여러 가지의 복합적인 원인에 의하여 기본적으로 위치의 오차 요인이 발생하고 있다. 이는 상황이 언제 변할지 모르지만 GPS의 기본적인 오차 범위를 알고 신호가 들어오지 않을 때 생기는 기본적인 오차를 줄인다면 GPS를 이용하여 부이의 이동 및 위치를 감시하고 부이의 운용을 원활하게 할 수 있을 것이다.

Fig. 2.9는 GPS를 한곳에 세워 놓고 그 위치의 변화를 기준점을 중심으로 화면에 나타내어 프린트한 것으로 거의 모든 자료가 10 [m] 이내에 있음을 알 수 있다. 더 나아가 DGPS( Differential GPS )를 응용한다면 더욱 정확하게 관측할 수 있을 것이다.

이러한 결과를 토대로 계류 이탈 경보는 Fig. 2.10과 같이 부이의 위치 초기치를 기준으로 신호를 받아 5 번 이상 위치 이탈 범위 이상의 값이 되면 위치가 이탈되었음을 알린다. 이 비교치의 값은 임의로 수정이 가능하게 하여 인공위성의 상태가 안 좋은 날에 대한 고려가 있어야 하겠다.



Motorola GPS



Trimble GPS

Fig. 2.9. Comparing of fixed point to received

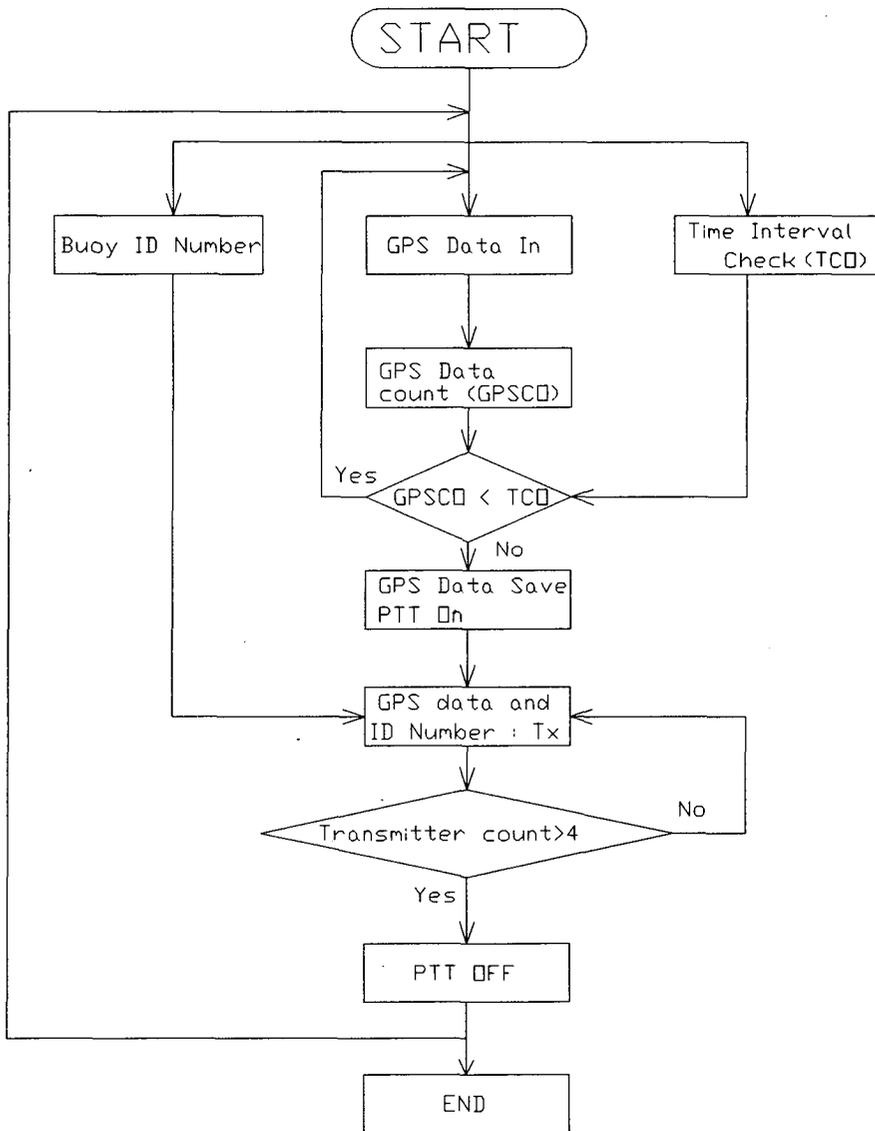


Fig. 2.10. GPS filter algorithm

#### 4. 수밀 경보 장치

해양 장비에 있어서 가장 어려운 일종의 하나는 장비의 수밀을 유지하는 것으로 이 작업은 모든 부이 운동을 수포로 돌아 갈 수 있게 하기 때문에 매우 어렵다.

부이의 내부를 몇 개의 방으로 구분한 후 전자 함체부를 감싸 선박에 의한 충돌시 해수의 침입을 방지하며 전자 함체 내의 해수가 침입시 그 상태를 알릴 수 있는 경보 체제를 유지하기 위하여 해수의 침입 상태를 단계별로 암시하여 신속한 조치를 취할 수 있어야 한다.

이 함체내의 누수발생시 바닥에서 약 0.5 [cm]의 높이에 감지라인( Sensor 1)을 달아 누수시 초기 경보를 위한 장치를 만들었으며 Fig. 2.11과 같이 단계별로 누수 감지 장치를 설치하여 전자부의 보호와 함께 자료의 손실 방지를 위해 철저히 대비토록 하였다.

Level detector

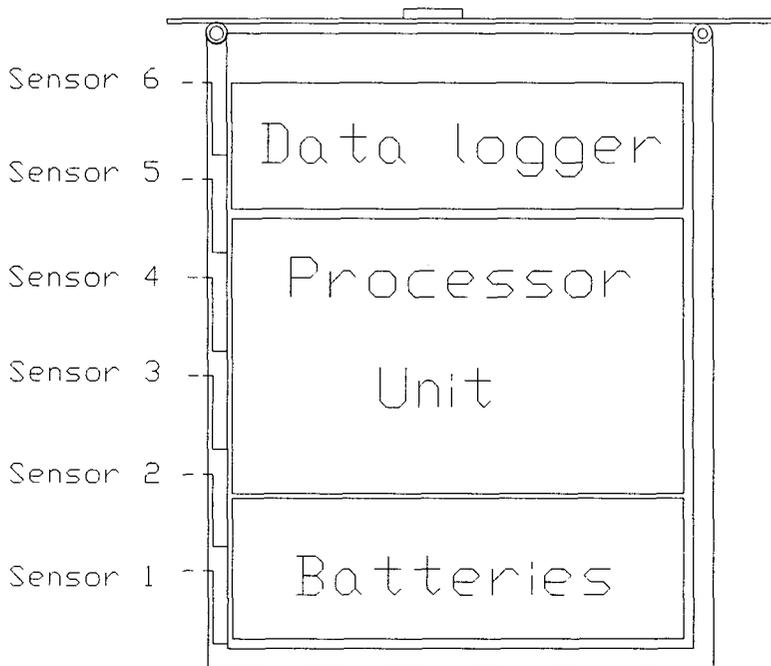


Fig. 2.11. Level detector of waterproof

## 제 4 절 센서

### 1. 센서의 구성

해양 기상 관측을 위해 사용되는 센서는 다음과 같으며 이것은 기상 분석 및 예보에 필요하다.

- 대기온도
- 해면 기압
- 해면 위의 풍향 및 풍속(해상풍)
- 해수면 온도
- 해류
- 해파

대기 온도, 해면 기압 및 풍향 · 풍속은 해상에서의 기상 분석 및 예보뿐만 아니라 파랑 예보에 있어서 중요한 기상 변수들이다. 해상풍 결정 과정에서 중요한 지균풍(Geostrophic wind)은 해면 기압으로부터 얻어지며, 해면 마찰 보정시 대기 경계층의 안정도는 대기 온도와 해수면 온도의 차로 결정된다. 해파의 관측은 파랑 예보 모형의 초기 조건을 결정하는데 중요할 뿐만 아니라, 모형의 검증 및 개량에 필요한 자료를 제공하게 된다.

기상을 관측하고 있는 부이들의 센서의 기본적인 작동 범위 및 센서의 정밀도를 비교해 보면 Table 2.3와 같이 나타나고 있다

Table 2.3. Buoy sensors

|                   | Aanderaa Buoy<br>( 0.9 m ) Norway                               | EMB 30 (3 m)<br>United<br>Kingdom                   | AXYS Buoy<br>(0.9 m )Canada       | Wave scan Buoy<br>( 2.76 m ) Norway             | Seawatch ( 3 m )<br>Norway                           |
|-------------------|---|---|-----------------------------------|---|--|
| Wind speed        | 0 ~ 76 m/s<br>± 2 %<br>/  | 0 ~ 60 m/s<br>± 3 %<br>0.01 m/s                     | 0 ~ 76 m/s<br>± 2 %<br>0.1 m/s    | 0 ~ 70 m/s<br>± 1.5 %<br>10 bit AD converter    | 0.3 ~ 76 m/s<br>± 20 cm/s<br>0.07 m/s                |
| Wind direction    | /   | 0 ~ 360 °<br>± 2 % (7.2° )<br>1.0 °                 | 0 ~ 360 °<br>± 5 °<br>1.4 °       | 0 ~ 360 °<br>1 % (3.6° )<br>10 bit AD converter | 0 ~ 360 °<br>2.8 °<br>5.63 °                         |
| Air Temperature   | - 44 ~ 49°C<br>± 0.2 °C   | - 10 ~ 40°C<br>± 0.2 °C<br>0.1 °C                   | - 25 ~ 70°C<br>± 0.1 °C<br>0.1 °C | - 30 ~ 40°C<br>± 0.1 °C<br>0.1 °C               | - 44 ~ 50°C<br>± 0.09 °C<br>0.09 °C                  |
| Relative Humidity | 0 ~ 100 %<br>± 3 %  | 0 ~ 85 % RH<br>± 2 % RH                             | /                                 | 5 ~ 100 %<br>± 3 % RH                           | 0 ~ 100 % RH<br>± 1 % RH                             |
| Air Pressure      | 920 ~ 1080 mb<br>± 0.2 mb                                       | 940 ~ 1070 mb<br>0.5 mb<br>0.5 mb                   | 800 ~ 1300 mb<br>0.5 mb<br>0.1 mb | 920 ~ 1070 mb<br>0.1 mb<br>0.03 mb              | 600 ~ 1100 hPa<br>± 0.12 hPa<br>± 0.01 hPa           |
| Wave Hight        | 0 ~ 10 m<br>± 0.2 m   | /   | ± 30 m<br>0.1 m<br>0.1 m          | ± 10 m<br>2 % of measured valve<br>0.01 m       | ± 20 m<br>3 %<br>0.01 m                              |
| Wave direction    | /   | /   | /                                 | 0 ~ 360 °<br>± 1.5 °<br>1 °                     | 0 ~ 360 °<br>± 1.5 °<br>1 °                          |
| Wave period       | /   | /   | /                                 | 2 ~ 40 sec                                      | 1.6 ~ 30 sec   |
| Compass           | 0 ~ 360 °<br>Better than 5°                                     | /   | 0 ~ 359 °<br>5 °<br>2 °           | 0 ~ 360 °<br>± 1.0 °<br>0.1 °                   | /  |
| Sea Temperature   | - 8 ~ 40°C<br>0.1 °C  | - 10 ~ 40°C<br>± 0.2 °C<br>0.2 °C                   |                                   | - 5 ~ 40°C<br>± 0.1 °C<br>0.1 °C                | 10 ~ 36°C<br>0.1 °C<br>0.03 °C                       |
| Solar Radiation   | ± 2000 W/m <sup>2</sup><br>± 3 %<br>/<br>(Net Radiation)        | 305~2800 W/m <sup>2</sup><br>± 1 %<br>/<br>K&T CMI1 |                                   |   |  |
| Current           | 0 ~ 250 cm/s<br>(Vector average)<br>± 3 %<br>0 ~ 360 °<br>± 5 ° |   |                                   |   | 0 ~ 300 cm/s<br>3 % of reading<br>0 ~ 360 °<br>± 2 ° |

## 2. 센서의 특성

자료의 질적 향상과 정확도를 높이는 가장 중요한 사항 중에 하나는 선택하는 센서의 등급에 따라 큰 차이가 생긴다. 모든 면에서 우수한 센서를 선택하면 자료의 질적 향상은 될 수 있겠지만 그에 따른 경제적이고 운용의 효율성이 있는 것을 고려해야 한다. 그러므로 센서의 선택은 자료의 정확도, 제작 단가, 보수, 유지 및 운용상의 어려움이 없는 것으로 선택하지 않으면 안될 것이다.

센서는 그 특성에 따라서 다양한 형태로 만들어져 있어서 출력되는 신호의 형태는 대개 Fig. 2.12와 같이 다양하게 나타난다. 이러한 형태의 센서를 자료 처리를 위한 단계 높은 차원의 효율적인 자료 분석 및 보정 등 센서의 특징을 최대한 활용하기 위해 A/D ( Analog to Digital ) 변환 전에 하나의 출력 형태로 만든다. 그러므로 서 다양한 형태의 센서 출력을 하나의 프로세서로 처리할 수 있는 물리량의 형태로 구체화시키는 작업이 A/D 변환에서 이루어지면 센서의 변화를 감지할 수가 있게 된다.

센서의 출력을 향후 우리 나라 연안 전체적인 기상 자료 수집 네트워크를 구축하기 위한 초기 연구로서 센서의 정확도, 신뢰도, 정밀도, 보수, 유지 등을 검토 후 선정하게 되는데 모든 것이 자동으로 관측되게 하기 위하여 신호의 형태는 디지털화 할 수 있는 센서를 선택하는 것이 좋다.

때문에 이러한 여러 가지를 고려하여 해양 기상관측에서 널리 보급되고 신뢰성이 있는 센서를 선택하였다. 다음은 본 연구에서 설치하게 될 기상 센서들의 규격과 내용을 간략하게 나타낸 것이다.

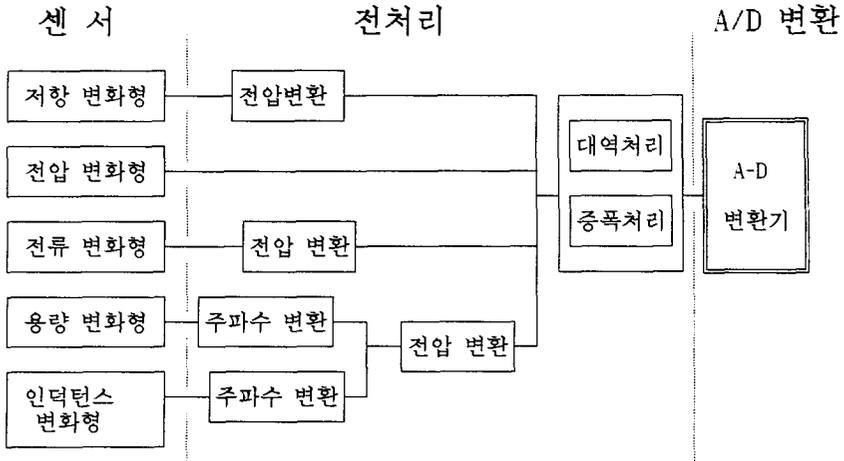


Fig. 2.12. Circuit diagram according to sensors output form( A/D Converter )

### 1) 대기 온도와 습도

Type : HUMICAP, Pt100, (including radiation shield)

Range(Temp.) : -20 [°C] to +60 [°C]

Range(RH) : 0 ~ 100 [%]

Accuracy(Temp.) :  $\pm 0.3$  [°C] ~ 20 [°C]

Accuracy(RH) 2[%] in range 0 ~ 90 [%]

3[%] in range 90 ~ 100 [%]

Response time(RH) : 5 [sec]

- 대기 온도 센서와 습도계는 동일한 하우징에 장착되어
- 직사광선 및 복사 열등으로 인한 오차를 줄이고 관측 자료의 신뢰도 유지.

### 2) 풍속·풍향

Type : Helicoid propeller and Vane

Operating Range(speed) : 0 ~ 60 [m/sec]

Operating Range(direction) : 0 ~ 360 [°]

Accuracy (speed): 1 [m/sec]  $\pm$  2 [%]

Accuracy(direction) :  $\pm$  3 [°]

Threshold(speed): 1.0 [m/sec]

Threshold(direction) : 0.9 [m/sec] at 10 displacement

Distance Constant(speed):2.7 [m]

Damping Ratio(direction) :0.25

- 풍향 풍속 센서는 현재 북미주에서 가장 널리 사용되고 있는 것을 선택
- 풍속은 프로펠러 회전에 의한 전압 발생을 전자적으로 계수 하는 방법이며
- 풍향은 바람에 의한 꼬리의 회전을 포텐시오메타의 저항 변화로 검출  
( 최근의 해양 부이에 설치하는 풍향 풍속계는 두개의 센서를 약 1 [m]정도 높이를 다르게 설치하여 상호 보완적으로 자료의 신뢰성과 정확성을 높이고 있다.)

### 3) 기압

Type Dual diaphragm differential capacitance

Range : 800 ~ 1060 [hPa]

Resolution : 0.01 [hPa]

Accuracy : 0.5 [hPa]

Operating Temperature : -25 [°C] to + 50 [°C]

Variation : 5 [g] from 20 to 2000 [Hz]

Shock : 25 [g] any axis

- 기압계는 전자기기함체 내부에 설치하며 호스를 통하여 기압을 검출하도록 설계

### 4) Water temperature(표층 수온)

Type : Linearized thermistor

Linear range : -30 [°C] to + 50 [°C]

Linearity deviation :  $\pm 0.16$  [°C]

Accuracy :  $\pm 0.12$  [°C]

- 온도 센서는 전자기기함체 밑부분에 수직으로 부이밑 중심 부근에 설치
- 센서와 전자기판과의 케이블을 최단거리를 유지시키고
- 항상 수면과 접촉하여 해수의 정확한 온도를 감지할 수 있도록 하였다.

## 5) Compass

Type : Fluxgate

Corrected heading :  $\pm 0.5$  [° ]

Resolution : 0.1 [° ]

Sampling : 10 [Hz]

Tilt angle :  $\pm 16$  [° ] (SE25)

Dip angle :  $\pm 80$  [° ]

Operating Temperature : - 40 [°C] to + 65 [°C]

- 두개의 컴파스를 전자기기 함체에 설치
- 부이 방향 설정(Buoy orientation)을 기준으로한 수평 성분의 지구자계를 검출하여 마이크로 프로세서로 처리.

## 6)Wave Height and Period

Type : Strap-down accelerometer

Range :  $\pm 15$  [m]

Accuracy :  $\pm 1$  [%]

또는

Type : Gimballed accelerometer

Rang :  $\pm 15$ m

Accuracy : better than 2 [%]

- 파도의 높이와 주기를 측정하는 센서로서 단일 축을 가진 (Datawell)것과 회전축이 없이 전자적으로 되어 있는(Jewell)것이 있다.
- 두 센서의 장단점을 고려하여 선정 ( 크기 ,가격, 정확도 등)

## 7) 기타 선택 센서

- . Directional waves
- . Current meter
- . Solar radiation
- . DO, PH
- . 전기 전도도 등의 센서로 바꿀 수 있다.

### 第 3 章 자료 전송 체계

해상 고정점에 설치한 부이로부터 검출한 자료는 부이 내부에 있는 소프트웨어에 의하여 일정한 형식으로 만들어지고 분류되어 무선주파수에 의하여 육지로 전송된다. Fig. 3.1은 부이로부터 사용자까지의 자료 전송 체계를 나타낸 그림이다.

즉 Fig. 3.1에서 해상 부이에 설치한 여러 가지 센서에 의하여 감지된 각각의 관측 파라메타는 부이 내부에서 소프트웨어에 의하여 프로세스되어 무선주파수에 실려서 리피터까지 전송된다. 리피터에서는 장거리로 자료를 보내기 위하여 동일 주파수 또는 다른 밴드의 주파수로 변환시켜 더욱 강력한 출력으로 육상 수신소로 자료를 전송하고, 이 자료는 육지의 전화 모뎀선을 이용하여 최종 이용자까지 실시간으로 전송하게 되는 것이다.

본 시스템은 부이에서 이용자까지 자료가 일방적으로 가기만 하는 것이 아니라 이용자가 연구 목적의 따라 몇 가지의 명령을 부이로 주면 소프트웨어에서 이를 인식하여 명령을 수행할 수도 있는 반이중 통신(Half - duplex )통신 방식을 채택하였다.

인공 위성 ( ARGOS )

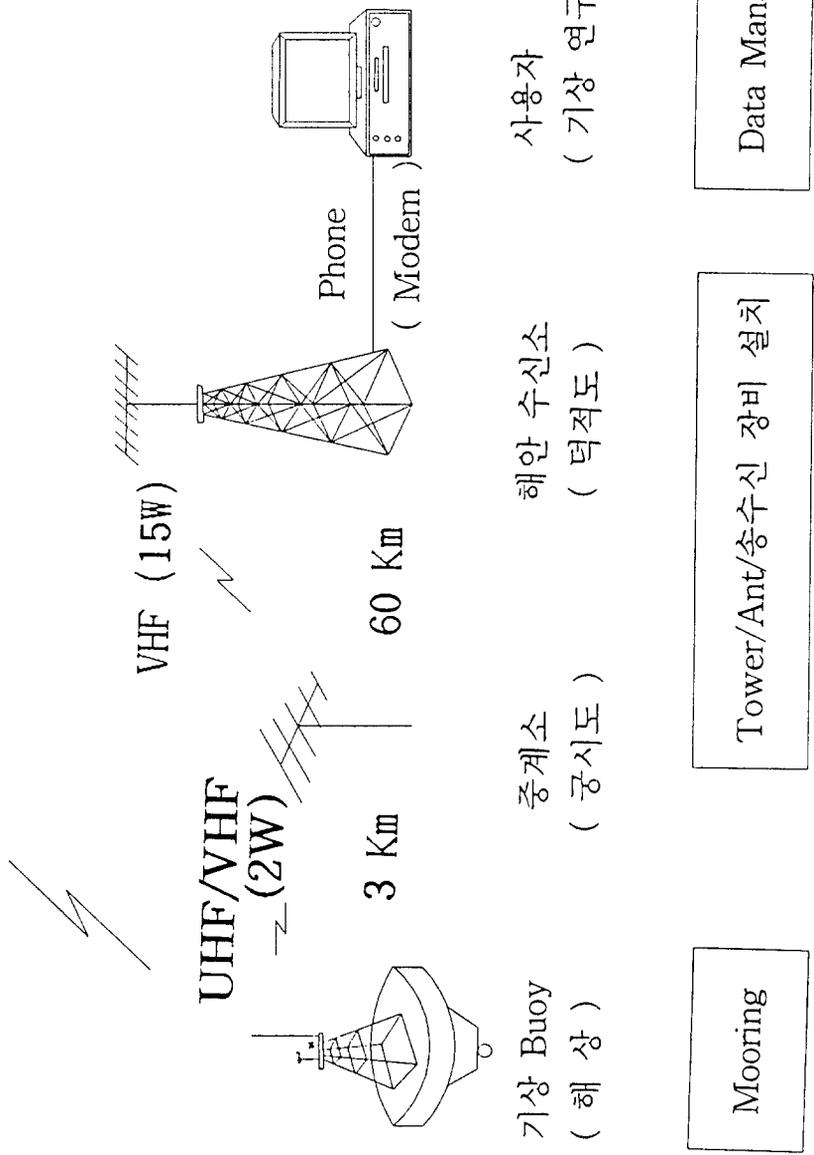
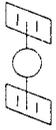


Fig.3.1 Block diagram of data transmit system

## 第 1 節 자료 형식

### 1. United Kingdom meteorological office

영국에서는 오랫동안 부이를 이용하여 기상을 관측해 오고 있다. 기상 관측 부이의 센서는 기본적인 센서를 사용하고 있지만 특이한 것은 하나의 부이에 센서의 구성을 Heave 센서를 제외하고는 Fig. 3.2와 같이 두 시스템으로 구성하여 상호 보완성을 주어, 한쪽 부분이 고장이 나더라도 관측이 가능하게 만들었다. 이 시스템은 가능한 모든 자료를 최대한 받아들이고 장기간 관측하여 계류하고 회수시 생길 수 있는 예산을 절약할 수 있게 하였다.

두 시스템으로 자료를 획득하여 3 시간 간격으로 Table 3.1과 같은 DCP (Meteosat Data Collection Platforms)의 자료를 GOES와 Argos에 보내게 된다. 부이의 전원은 Lithium chloride 축전지로 구성되어 약 2 년간 공급할 수 있다.

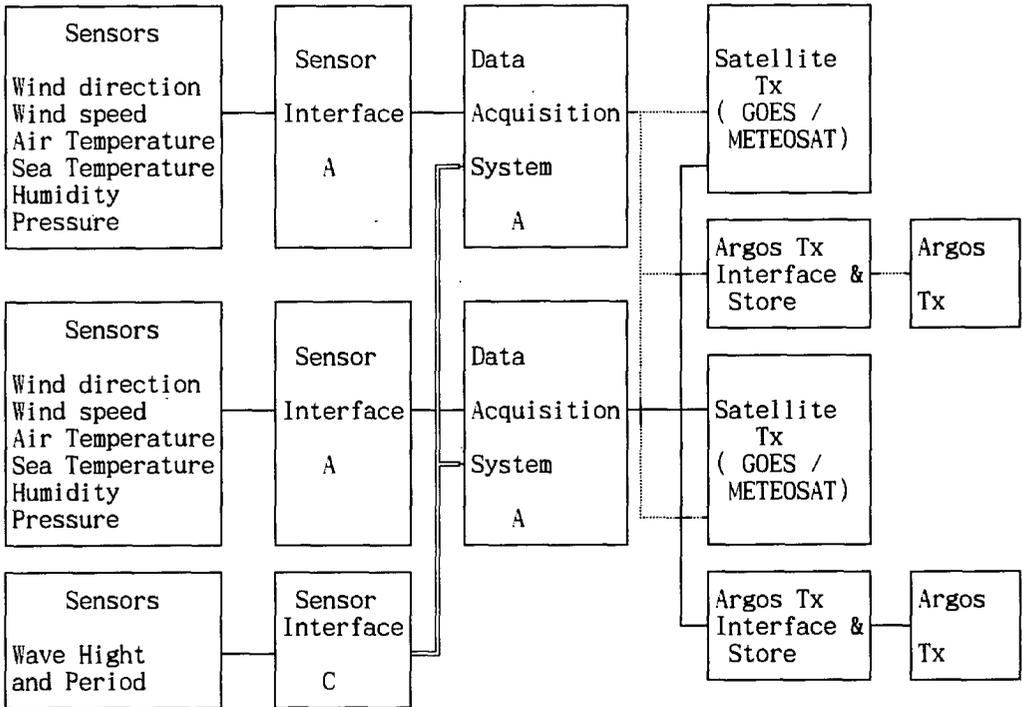


Fig. 3.2. Data buoy system schematic

Table 3.1. UK meteorological Office :  
Marine automatic weather station ( MAWS ) Code

05XX1 07ddd 10fff 11qqq 12TTT 13TsTsTs 14UUU 15PPP  
35PwaPwaPwa 36HwaHwaHwa 70UpUpUp 71NININI 72TcTcTc  
73PvPvPv 74RcRcRc 75BtBtBt 76FiFiFi 77TiTiTi

05XX2 07ddd 10fff 11qqq 12TTT 13TsTsTs 14UUU 15PPP  
35PwaPwaPwa 36HwaHwaHwa 70UpUpUp 71NININI 72TcTcTc  
73PvPvPv 74RcRcRc 75BtBtBt 76FiFiFi 77TiTiTi

| ADDRESS | CODE      | VARIABLE                               |
|---------|-----------|--|
| 05      | XXN       | Identification/System                  |
| 07      | ddd       | Wind direction                         |
| 10      | fff       | Wind speed                             |
| 11      | qqq       | Maximum Gust                           |
| 12      | TTT       | Air Temperature                        |
| 13      | TsTsTs    | Sea surface Temperature                |
| 14      | UUU       | Relative Humidity                      |
| 15      | PPP       | Barometric Pressure                    |
| 35      | PwaPwaPwa | Wave period                            |
| 36      | HwaHwaHwa | Significant wave height                |
| 70      | UpUpUp    | Electronics Pod Humidity               |
| 71      | NININI    | Navigation Lamp flash monitor          |
| 72      | TcTcTc    | Transmission Count                     |
| 73      | PvPvPv    | Electronics Unit and DCP Battery Volts |
| 74      | RcRcRc    | A to D reference cell                  |
| 75      | BtBtBt    | Electronics Pod Temperature            |
| 76      | FiFiFi    | Hull Unfloated/floated Monitor         |
| 77      | TiTiTi    | Electronic current                     |

## 2. Argos

PTT 자료를 입력하는 형식으로는 Synchronous Binary Channel을 이용하는 방식과 RS232 Serial Channel을 이용하는 방식이 있다.

Synchronous Binary Channel은 입력 회로가 일반적인 Counter나 Gate I.C.등으로 구성되어 있는 경우에 사용되며, 자료가 입력되어지는 즉시 전송되며 메모리에 기록되지 않는다. 입력 자료의 Byte 수는 0 Byte에서 32 Bytes까지 4 Bytes의 간격으로 선택 가능하며, 제작시 고정된 Byte수가 주어진다.

RS232 Serial Channel 은 Microprocessor나 Microcomputer를 이용하여 입력 회로가 구성된 경우에 사용되며, 입력 자료는 메모리에 기록된다. 입력 자료의 Byte수는 고정되어 있지 않으나, 전송 자료의 Byte 수 보다 적어야 하며, 많은 경우 나머지 부분은 전송되지 않는다. 전송 자료의 Byte 수는 4 Bytes에서 32 Bytes까지 4 Bytes의 간격으로 선택 가능하다.

PTT에서 자료를 전송하는 방식을 살펴보면 Fig. 3.3과 같다. 자료 전송은 90초 또는 200초 간격으로 관측 자료의 Byte 수에 따라서 360 [msec] 에서 920 [msec] 동안 전송된다. 자료 전송은 Transmission Window가 On 되면 처음 160 [msec]( 64 Bits) 동안은 반송파만 전송된다. 그 후 120 [msec] 동안은 동기 신호, 전송될 자료의 Bits수, PTT의 고유 번호 등 48 Bits의 고정 자료가 전송되며 나머지 시간 동안 관측 자료가 전송된다. 자료 전송 시간은 관측 자료가 32 Bits(4 Bytes) 인 경우 360 [msec], 256 Bits( 32 Bytes) 일 때 920 [msec]까지 전송 가능하다.

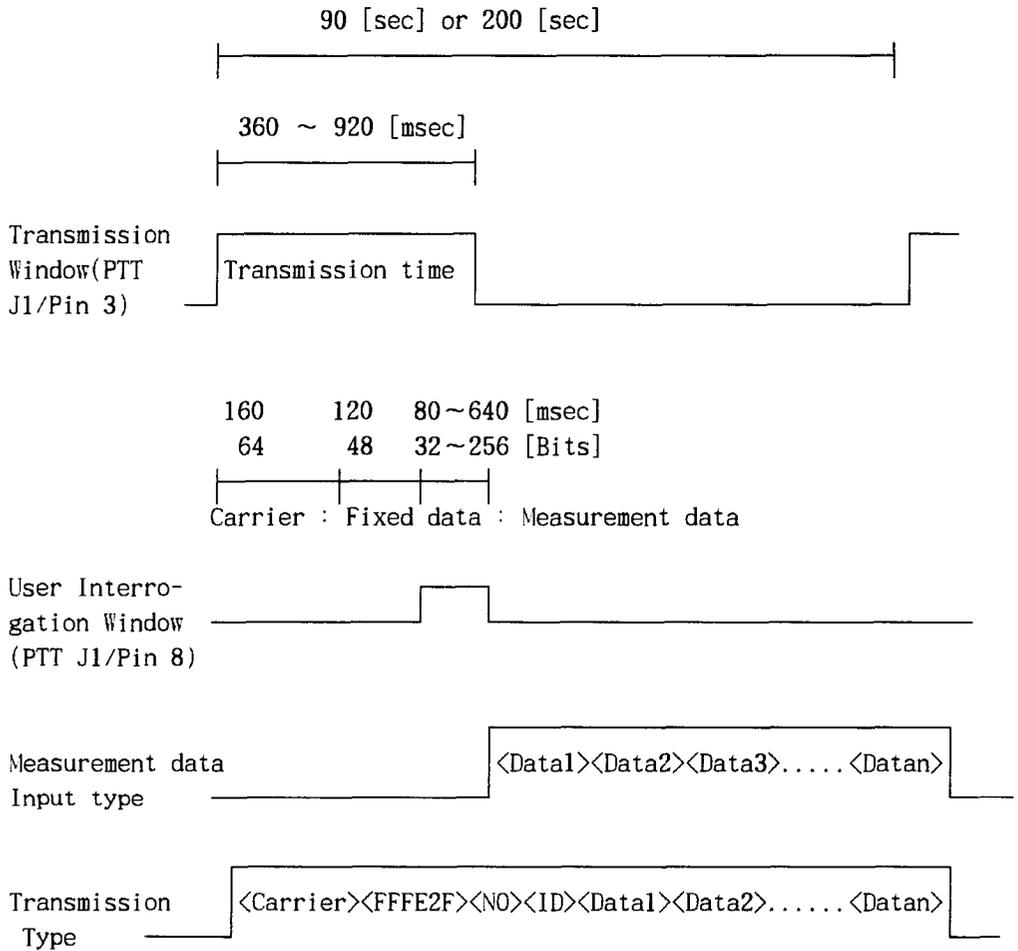


Fig. 3.3. Timing diagram and format of PTT system



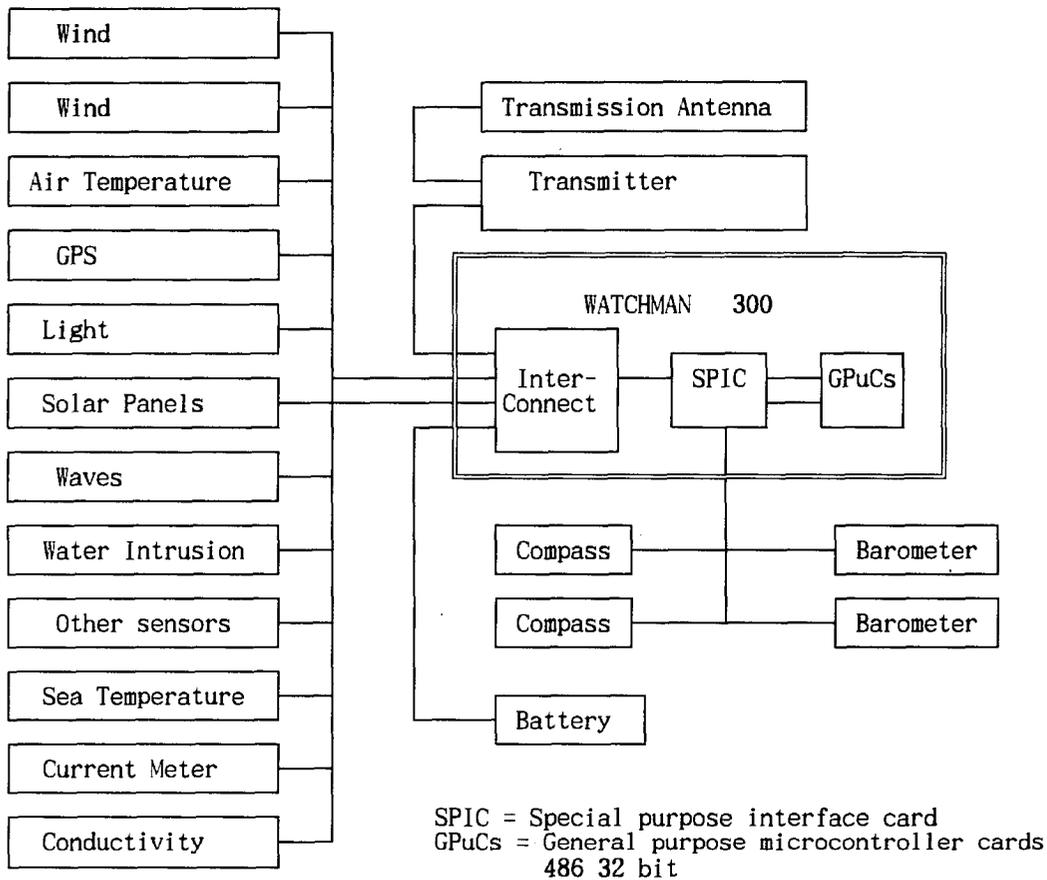


Fig. 3.4. Block diagram of AXYS weather buoy system

Table 3.2. Consist of the buoy data

|           |   |
|-----------|---|
| Section 0 | Buoy voltage, Time, Buoy ID No.   |
| Section 1 | Meteorological data groups : Air Temperature, Wind direction(1), Wind speed(1), Wind direction(2), Wind speed(2), Barometer |
| Section 2 | Marine Data groups : Sea Temperature, Current speed, Current direction,   |
| Section 3 | Regional Data : Maximum wind speed(1), Maximum wind speed(2), Wave  |
| Section 4 | Comments : Value of Analog output sensors   |
| Section 5 | Alarm, etc.   |

#### 4. KORDI Format

한국 해양연구소에서 설계한 부이의 시스템을 보면 Fig. 3.5와 같이 Data acquisition computer를 중심으로 센서에서 오는 신호를 처리하며 기본적으로 캐나다의 부이와 같은 형식의 기본적인 GOES의 형태로 자료를 ASCII 형식으로 보내게 될 것이다. 이것의 형식은 273 ASCII 문자로 100 Baud 혹은 더 빠르게 전송하는 시스템을 구성하려 한다.

관측 센서로부터 들어오는 센서의 값은 Table 3.2와 같은 형태로 자료를 구분하여 관리함으로써 신호의 손실을 막고 전력 제어 알고리즘을 통해 전원의 소모를 줄이고 신호를 센서별로 분류하여 필요시 요청에 의해 선택할 수 있게 만들 것이다.

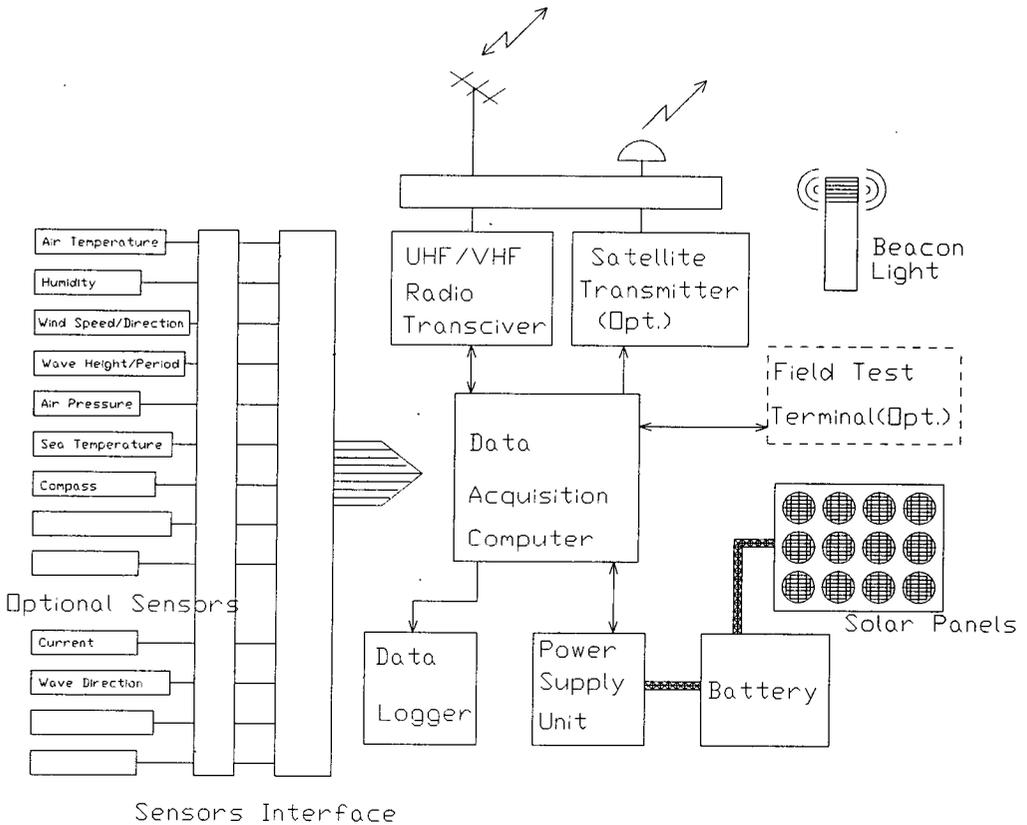


Fig. 3.5. Block diagram of buoy system(KORDI)

## 제 2 절 송수신기

통신에서 서로 상대방과의 교신을 하는 방법으로는 단향통신 (Simplex)과 이중통신(Duplex)이 있으며 이중 통신은 다시 반이중( Half-Duplex)과 전이중( Full-Duplex)으로 나뉘어진다. ( 정 과 변 .1993)

단향통신은 한 방향으로 전송이 가능한 경우로 수신측에서는 송신측에 응답할 수 없다. 데이터 전송 시스템의 경우에는 제어 기능이 있는 단말기로부터 떨어져 있는 장비를 특정한 시간이나 일이 있을 때 켜거나(On) 끄는데(Off) 이용될 수 있다.

즉 컴퓨터 측에서 제어를 받는 장비측으로만 행하여지며 장비측에서 컴퓨터 측으로 데이터가 전송되는 경우가 없다. 이 경우 데이터 전송 방향은 한쪽으로 고정되므로 바로 단향통신( Simplex)이 이루어지는 셈이다.

반이중전송( Half- Duplex)은 양쪽 방향으로 신호의 전송이 가능하기는 하나 어떤 순간에는 반드시 한쪽 방향으로만 전송이 이루어지는 경우이다. 즉 채널이 한 개로서 한쪽에서 송신이 끝나야 다른 쪽에서 송신이 가능한 경우이다. Fig. 3.6은 반이중통신의 예를 보였다. Fig. 3.6에서 컴퓨터 측에서 데이터를 터미널 쪽으로 보내게 될 경우 모뎀 1의 송신기가 작동을 하면 이때 모뎀 2의 수신기가 작동하여 데이터를 수신한다. 반대로 터미널에서 컴퓨터로 데이터를 보내게 될 경우에는 모뎀 2의 수신기는 작동을 중지하고 송신기가 작동을 하며 모뎀 1의 수신기만 작동을 한다. 이러한 변화가 일어나는데 소요되는 시간을 전송 반전 지연 시간이라 부르며 이 시간 동안 전송은 일시 중단된다.

### 1. 송신기

부이의 각각의 센서로부터 감지된 기상 자료와 위성(GPS)신호의 자료는 RF Modem에서 변조되어 이 자료를 장거리 전송하기 위하여 송신기 입력으로 들어간다. Fig. 3.7은 송신기의 블록다이아그램이며 Fig. 3.8는 송신기의 상세도 이다.

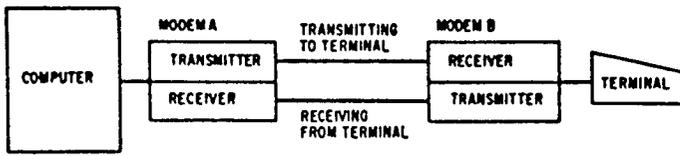


Fig. 3.6. The utilization of half-duplex communication

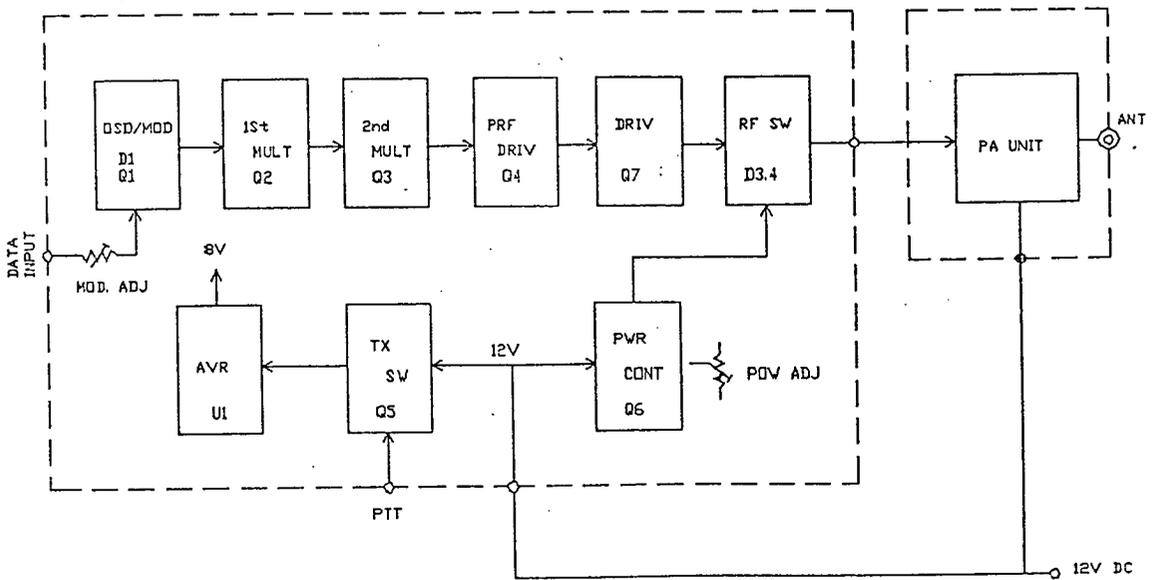


Fig. 3.7. Buoy transmitter block diagram



### 1) 發振 및 變調 회로

Fig. 3.8에서 Q1은 기본 발진과 변조의 역할을 하며 C1, VC1, L1, R1 과 X1은 기본 발진기이다. 발진 주파수는  $F_c/9$  [Mhz]를 발진하며 VR1을 통하여 입력된 디지털 신호는 D1인 MV201 VVC(Variable Voltage Capacitance) 다이오드와 Q1에서 발진 주파수에 변조가 된다. D1은 전압이 변화됨에 따라 콘덴서의 용량 값이 변화하게 되는 특성을 가지고 있는 것으로서 Q1 Base 에 발진 주파수만 입력될 경우에 Bias 전압을 D1이 일정하게 유지하고 있다가 R2를 거쳐서 입력된 디지털 신호의 파형이 변화에 따라 D1에 일정하게 걸려 있던 전압의 변화를 가져오는 결과가 된다. 그러므로 D1의 용량 값이 변하는 것에 따라서 발진 주파수가 변하여 결과적으로는 FM 변조가 되는 것이다. 이 신호는 다시 C6을 통하여 Q2 Base ( $0.55$  [Vpp])에 입력된다.

### 2) 遞倍부

Q2는 제 1 체배 단으로 Q2 collector 에서 T1 C10에 의하여  $F_c/9 \times 3$  의 체배가 이루어지며 체배된 신호는 C11, T2, C12, C13에 의하여 공진된 후 Q3 Base( $1.3$  [Vpp])에 입력된다. Q3는 제 2 체배 단으로 T3 및 C17 에 의하여 다시  $F_c/9 \times 3 \times 3$  체배 되어 캐리어 주파수를 만들게 되며 현 상태에서는 이미 정보가 실린 형태가 된 것이다. 이 신호는 Buffer 단인 Q4 Base 로 들어가며 (약  $1.5$  [Vpp]) C25를 거쳐서 초단 전력 증폭기인 Q7 Base ( $1.6$  [V rms])로 이어진다.

### 3) 전력 증폭부

전력증폭부는 초단과 종단 전력증폭부로 나눈다. 초단 전력 증폭을 여진부(Exciter)라고도 하며 본 회로에서는 Q7으로 파형과 신호의 세력을 종단 전력 증폭(Power Amplifier) 입력 조건에 만족하도록 만들어 준다. L5, L6, VC3 공진 회로이며 D3 에서 어느 정도 상하 파형을 억압한 다음 (Limit)L9, L10, L11 및 C37, C38, C39, C40에 의하여 파형을 다시 한번 공진 시켜서 출력을 크게 한다.

Fig. 3.9 은 종단 전력증폭기(Power Amplifier)이다. C1 전단에 약  $2.5$  [Vpp]의 신호는 Q1(2 SC2539)과 Q1 collector 이후에 안테나 공진 회로인 L5 - L8 및 C8 - C14

의하여 최종 출력 세력으로 증폭되어 안테나를 통하여 공중에 복사된다. 여기서 구성된 인덕턴스는 모두 공심 코일이다.

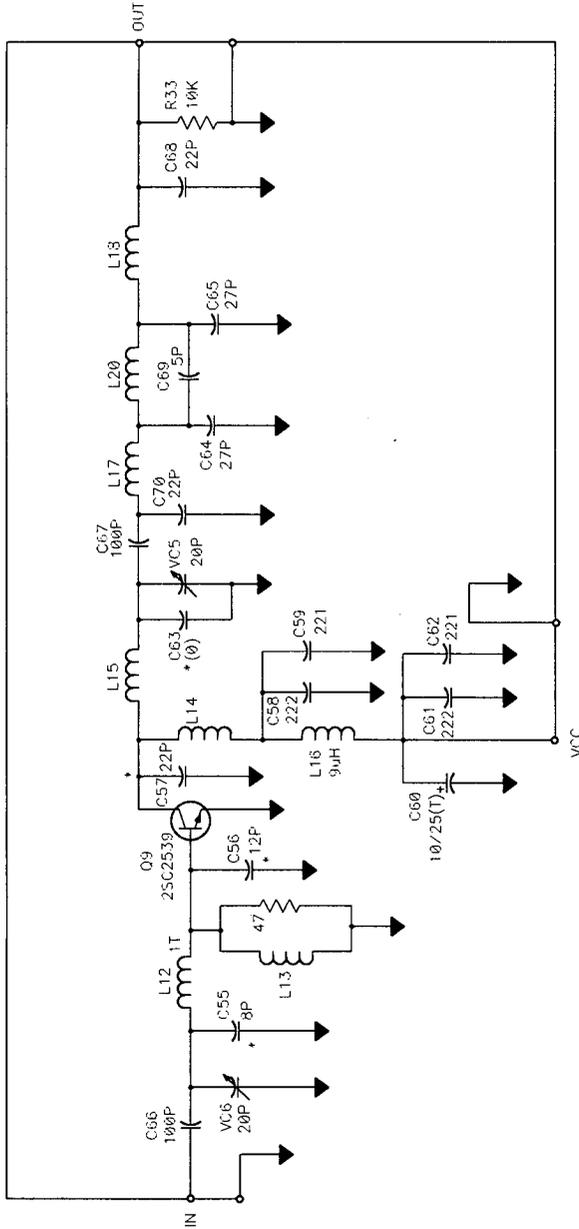


Fig. 3.9. Final power amplifier

## 2. 수신기

수신기의 전원은 AC 또는 DC 12 [V]로 작동이 가능하며 안테나의 임피던스는 50 [ohm] 으로서 155 [Mhz]대의 3 단 GP안테나를 사용하였다. 수신기를 통한 자료는 PC로 들어가기 전에 수신 RF Modem에 입력된다. 이 모뎀은 수신기로부터 출력된 FSK신호를 디지털의 신호로 확실한 파형으로 다듬고 PC와 수신기 사이에 인터페이스 기능을 한다. Fig. 3.10은 수신기의 Block diagram이며 Fig. 3.11은 수신기의 상세 도면이다.

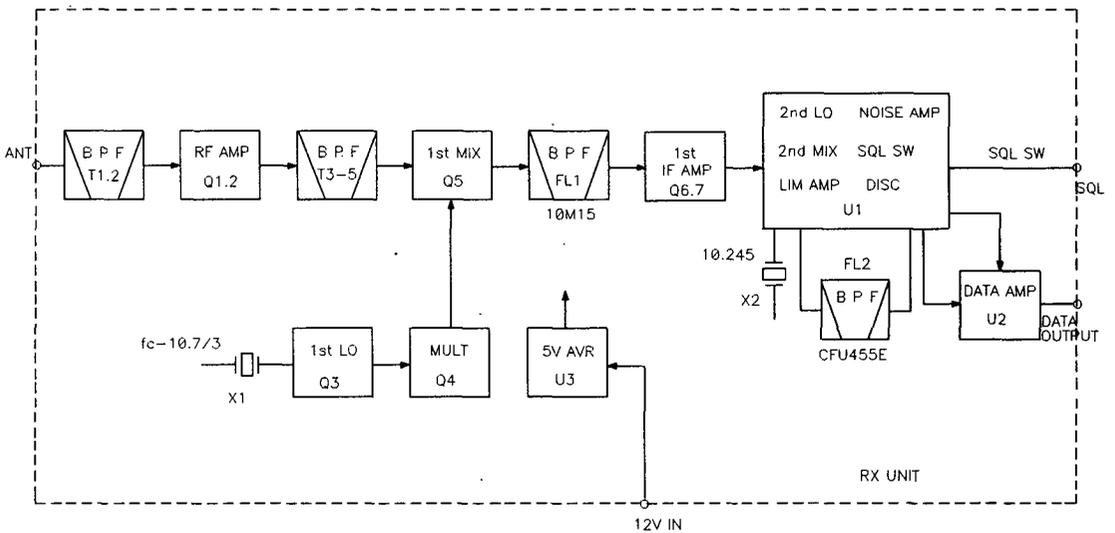


Fig. 3.10. Block diagram of receiver

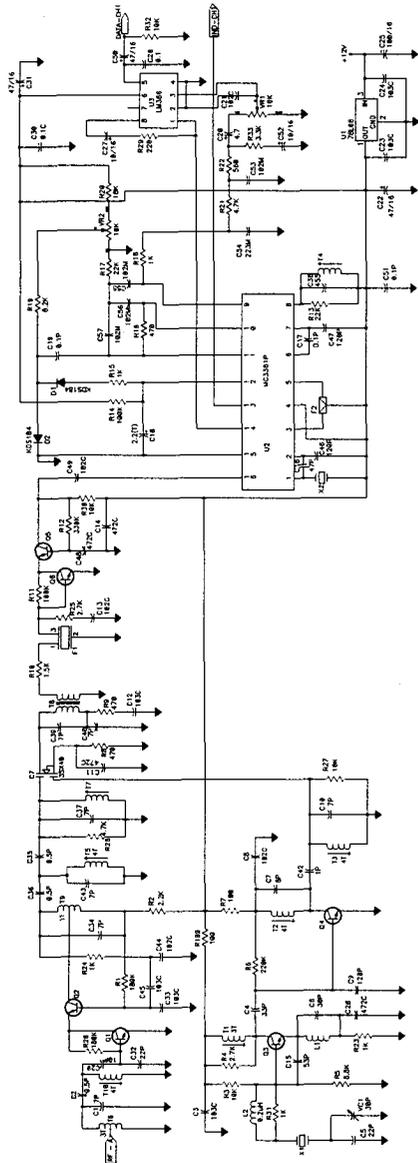


Fig. 3.11. Receiver circuit

1) RF 초단 증폭기 및 국부발진기

Fig. 3.11에서 보면 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 C10 을 통하여 T4 C12, T5 C13으로 구성된 수신 주파수 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. 3.12 1st IF circuit 참조)

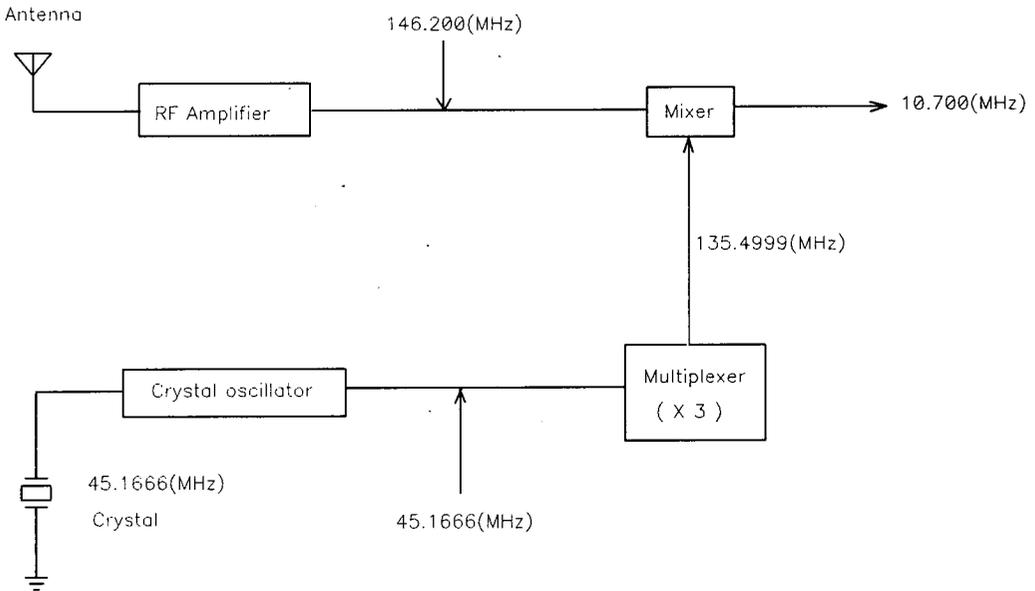


Fig. 3.12. RF Amp and 1st IF

## 2) 제 1 중간 주파수

Q5에 들어온 수신 신호와 국부 발진 신호는 Q5에서 혼합되어 중간 주파 트랜스인 T9 와 대역 필터(Band pass Filter)에 의하여 중간 주파수인 10.7 [Mhz] 만들어 초단 중간 주파 증폭기인 Q6, Q7로 들어간다.

## 3) 제 2 중간 주파수 및 가청회로(복조회로)

Q6, Q7 에 의하여 증폭된 중간 주파수는 C30을 통하여 U1( MC3361 ) 핀 16(Fig. 3.13)로 들어간다. 이 신호는 핀 1, 2에 인가된 제 2 국부발진기인 10.245 [Mhz]의 발진 세력과 혼합하여 핀 3번의 455 [Khz]의 제 2 중간 주파수가 만들어지며, 이 신호는 F2의 455 [Khz] 필터를 통하여 U1 내부에 있는 제한 증폭기에 들어간다.

U1에서 제 2 중간 주파수로부터 가청주파수로 복조되는 과정을 알 수 있다. U1 의 핀 9번으로 나오는 가청 신호는 가청 출력 증폭기인 U2 ( LM 386) 핀 3 번으로 입력된다. VR 2 는 음량 조정용 가변저항이며 U2 핀 5번으로 출력된 신호가 최종 자료가 된다.

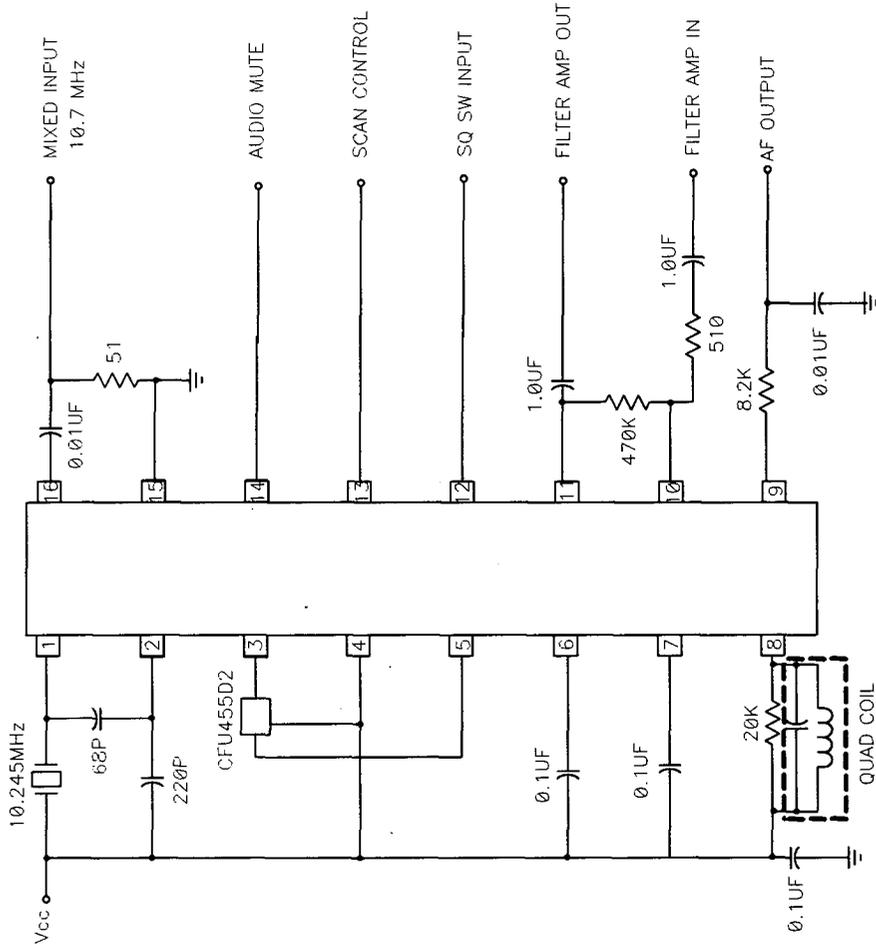


Fig. 3.13. Inner circuit of MC3361

### 제 3 절 송수신 Modem(Tx, Rx Modem)

변 복조기는 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. 3.14 는 변복조기의 구조와 기본 기능을 나타낸 것이다.

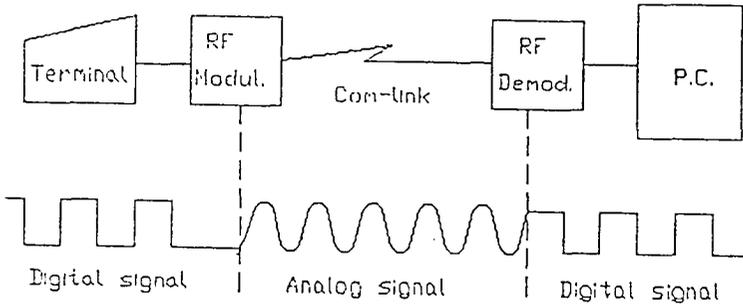


Fig. 3.14. Function of modulator / demodulator

#### 1. 송신용 RF Modem

데이터 통신에서 가장 중요한 것은 데이터 전송 장비이며 그 중에서도 가장 많이 활용하는 것은 변복조기(Modem)이다. RS232C의 데이터 전송 방식은 원 신호인 디지털 신호를 변조하지 않고 그대로 전송하는 베이스 밴드 전송 방식이다. 그러나 무선 주파수를 사용하기 때문에 이 방식을 그대로의 형태로는 사용할 수 없으므로 반송파의 어떤 변조를 만드는 모뎀이 필요하다. Fig. 3.13 은 송신 RF 모뎀 회로이다.

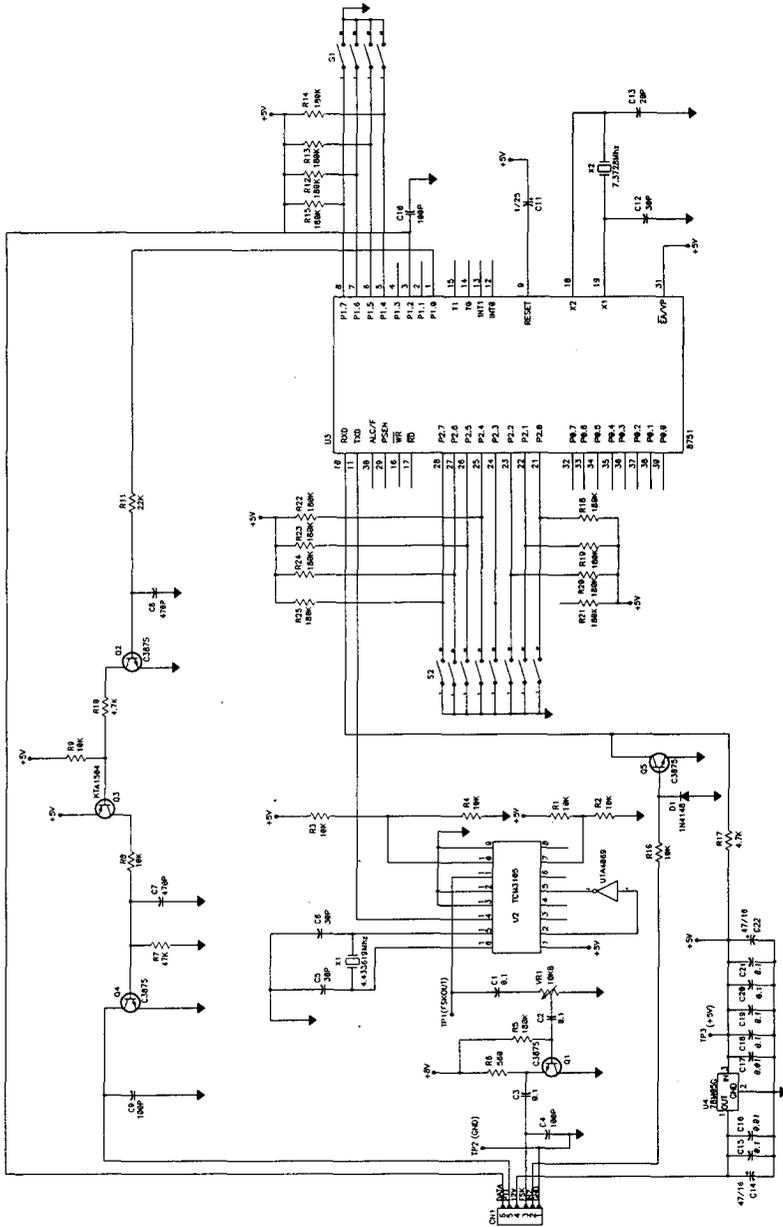


Fig. 3.15. Circuit of RF Modem(Tx)

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, 위상 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.

Fig. 3.16 과 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 상대방에 보내고 수신쪽에서는 이를 약속된 원래의 "1" 또는 "0" 의 상태로 만들어 주는 변조 방법이다.

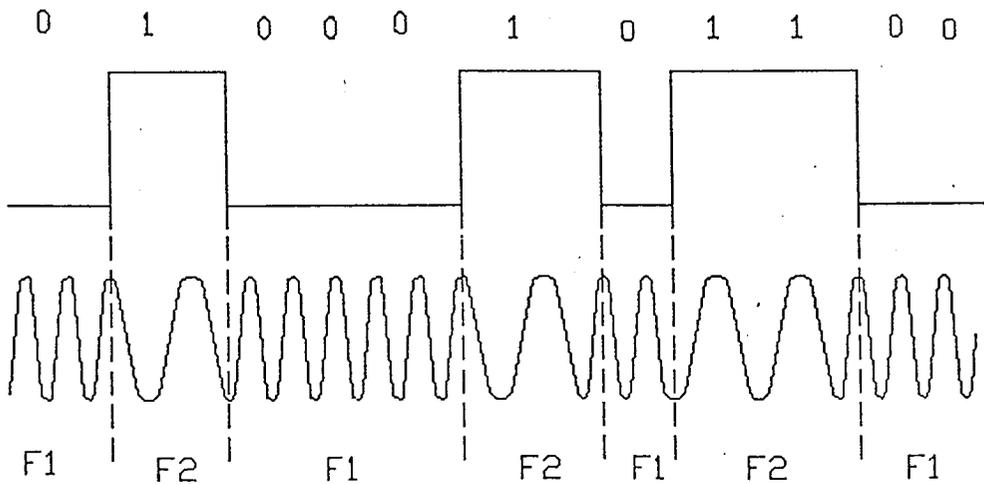


Fig. 3.16 A modulation of Frequency Shift Keying(FSK)

## 2. 수신 RF Modem

수신용 RF Modem 은 송신용과 거의 동일한 회로로 구성되어 있다.

Fig. 3.17과 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 만들어진다.

이때 High logic level일 경우에는 Mark, Low logic level일 경우에는 Space로 된다. Pin8에서 나온 신호는 8비트 마이크로 컨트롤러 IC인U1(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 Base 에 들어가 Emitter를 거쳐 단자 CN2 4번에서 컴퓨터로 연결된다.

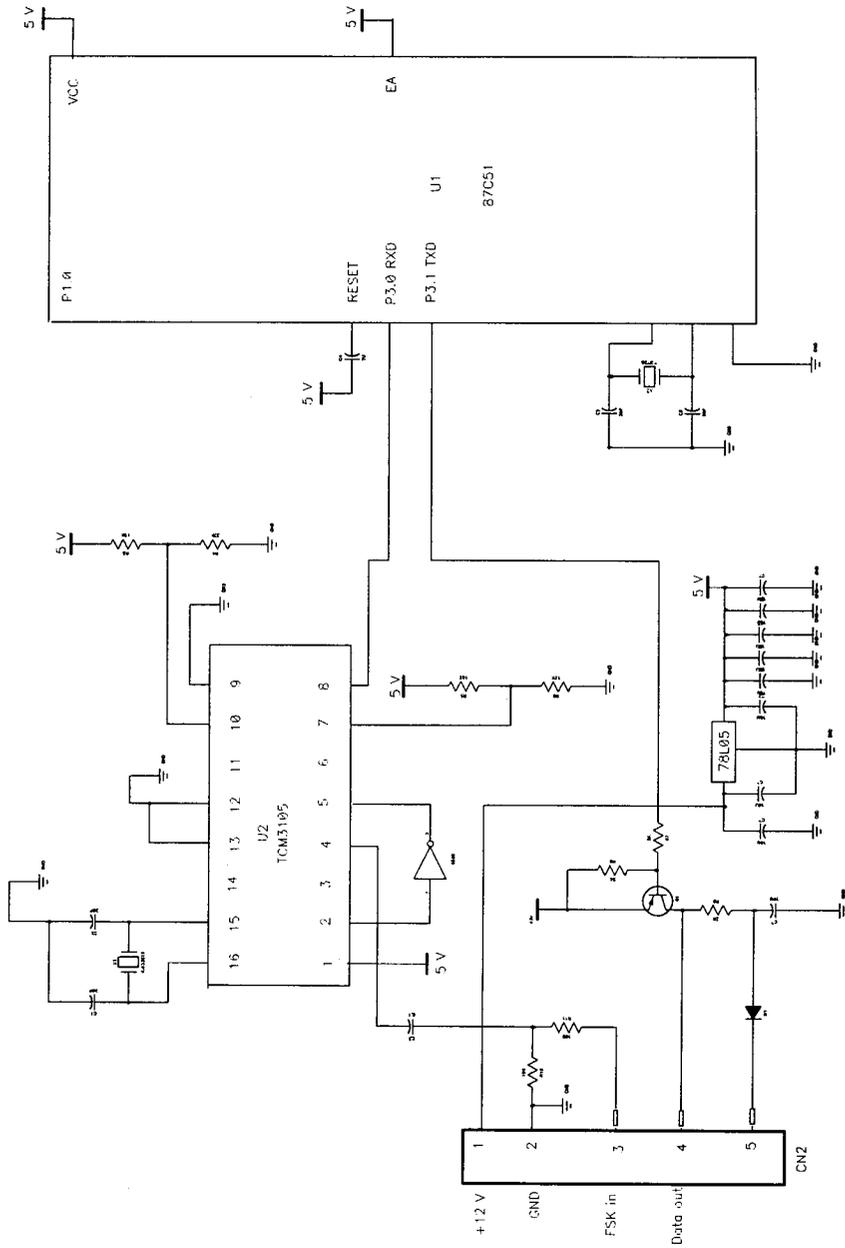


Fig. 3.17 Circuit of RF Modem(RX)

## 제 4 절 자료 처리

### 1. Buoy 프로그램

#### 1) Interrupt의 구성

자료의 손실을 막고 시간을 절약하기 위하여 Fig. 3.18와 같은 Hardware와 Software의 Interrupt를 적절히 이용함으로써 자료를 효율적으로 획득하게 된다.

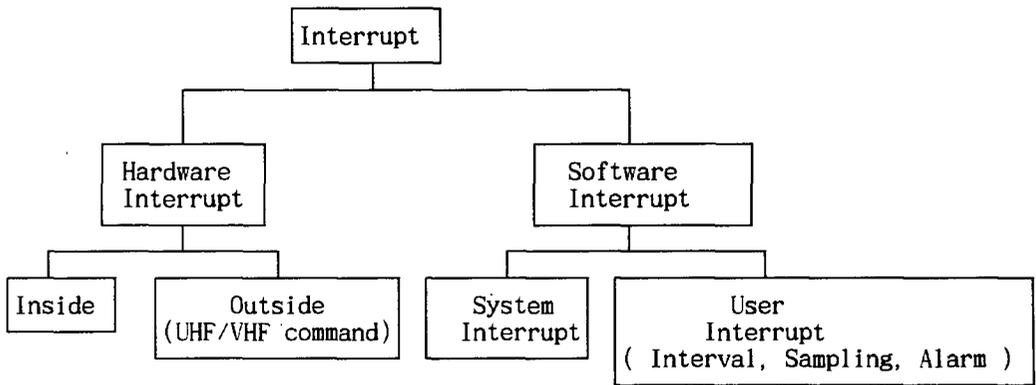


Fig. 3.18. Method of Interrupt

관측 센서로부터 들어오는 신호는 그 형태가 다양하게 나타나기 때문에 앞서 언급한 바와 같이 대상의 물리량을 수식화 하기 위해서는 센서에서 나오는 다양한 출력을 Fig. 3.19에서와 같이 Microprocessor의 전단까지 하나의 디지털 신호 혹은 펄스의 형태로 만들어 줌으로서 측정이 가능하게 되며 자료의 흐름을 제어하고 저장할 수 있게 된다.

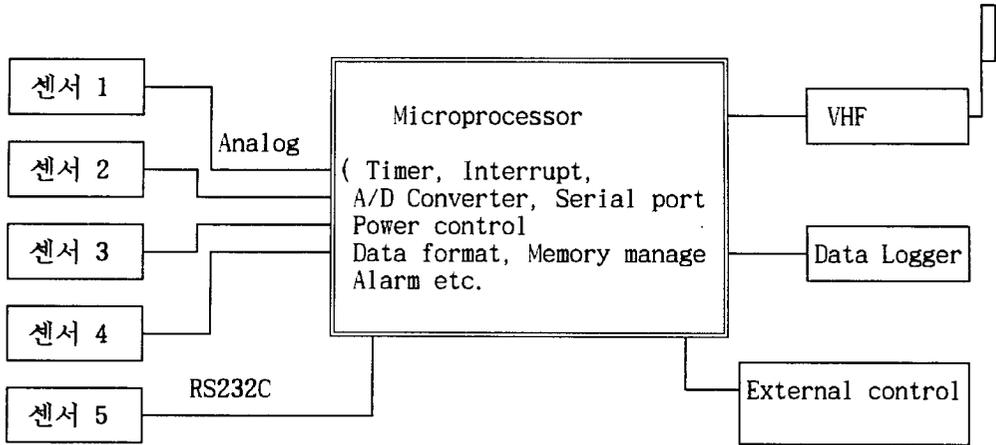


Fig. 3.19 Constitute of sensors and microprocessor

센서로부터 나오는 아날로그 신호는 Microprocessor의 A/D Converter를 프로그램적으로 사용하여 처리하게 된다.

우리가 사용하게 될 자료 처리를 위한 EPROM은 87C51-FA( 또는 87C51-FB )로 이것은 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).

이것은 보통의 87C51에 비해서, Programmable counter array(PCA)와 개선된 Power down 기능이 추가되어 있는 것으로 PCA는 독립된 16bit Timer/Counter가 5 Channel이나 집적되어 있는 부분으로써, Frequency 형태로 측정하여야 하는 센서가 한 계기에 많이 부착될 때 유용하다.

Power down은 87C51의 경우는 Reset이 아니면 회복이 되지 않았으나 이 I.C.의 경우 Reset 뿐만아니라 외부 Interrupt에 의해서도 회복되도록 개선되어 있다. 따라서 87C51FA를 쓰면 따로 Counter나 전원 제어를 위한 부품이 덜 요구되므로 소형화에 도움이 될 것이다.

87C51-FA Software는 크게 3 부분으로 구성되어 있다. 첫째로는  $\mu$ Processor가 동작을 개시해서 부터 외부 개입을 기다리는 Boot routine이고, 둘째로는 각종 관측과 전원 상태를 감시하는 Interrupt\_0 routine이고, 셋째로는 사용자와의 통신을 위한 Interrupt\_1 routine 이다.  $\mu$ Processor 안에서 위의 3 가지의 Routine이 독립적으로 수행되어 기상 관측 부기가 완벽하게 작동될 수 있게 도와 줄 것이다.

Boot routine은 Hardware 적으로 Microprocessor가 Reset 될 때 수행된다. Reset의 순위는 다른 어떤 Interrupt 보다 높으며, Reset 되면 모든 작업이 중단되고  $\mu$  Processor의 0 번지부터 새로이 시작된다. Reset은 Reset 스위치가 눌러지거나 전원이 처음 투입될 때 발생한다. 여기서의 프로그램은 약 10 초 이내에 눌러진 Reset 회수에 따라 관측을 시작, 중단하며, 자료 기억부를 Zero로 지우기도 한다. 그리고 두 번째의 Reset 부터는 오류를 방지하기 위하여 Data Logger의 표시등을 보면서 누르게 된다.

Interrupt\_0 routine은 주기적인 신호를 감시하고 전원 감시에서 신호가 올 때 작동하여 단순히 그 때까지의 상태를 보존하고, 기타 불필요한 곳의 전원을 차단하게 된다.

Interrupt\_1 routine 은 RS232 cable로 컴퓨터에 연결되었을 때 자료의 회수와 소거 등에 관한 통신이다.

## 2) Data logger

Data logger는 시간에 따라 변하는 자료를 연속하여 기록하는 장치를 말한다. 한 관측 시스템에서의 Data logger는 엄밀하게는 자료를 기록하는 부분만을 의미하지만, 그 기록 부분이 다른 기능과 함께 하나의 단위를 이루고 있을 때는 그 단위 전체를 의미하는 것이 보통이다.

이 Data logger의 주 기능은 자료 측정의 제어, 센서 자료의 수치화, 자료의 기록 및 전달, 전원 소모량 등의 조절 등이다. 많은 기능을 하나의 기판에 모아서 소형 다용도의 Data logger를 개발하기 위해서는 재료들을 고집적도의 최신 I.C.( Integrated circuit )로 선택하는 것이 중요하다.

Memory는 과거와 다르게 급속도로 발전되고 있다. 자료의 기록 및 전달을 원활하게 하기 위하여 Data Logger에는 다음과 같은 기본적인 회로 즉, 전원 회로, Frequency counter, Microprocessor 주변 회로, A/D converter회로 등이 하나의 Microprocessor로 Chip화 되가고 있다.

센서에서 들어오는 신호를 Microprocessor의 타이머를 통해 정해진 시간에 순서적으로 온도, 압력, 염분도, 유속, 유향, 등을 Multiplexor가 작동하여 각 센서의 자료가 입력되면 저장된 보정치로 각각의 센서를 보정한 후 메모리 부에 저장하게 된다.

자료의 전송이 안되거나 부이에 어떤 문제가 생겼을 때 우리는 외부 연결 단자를 사용하여 PC에 자료를 옮기게 된다. 계류가 끝난 장비는 회수 후 자료를 처리하기 위

하여 컴퓨터의 직렬 통신으로 Command를 주고받아 저장된 자료가 PC로 옮겨지게 된다.

### 3) Software

프로그램에서 사용될 주 내용은 다음과 같다.

- Sampling period
- Number of samples
- Data check of sensors
- Data storage and transmission ( 가장 최근의 60일간 자료 저장 )
- System self test
- Initiation of time and memory
- Static test of the sensors
- 경보 장치

이러한 모든 요소는 다음의 주요한 알고리즘에 의하여 조정될 것이다.

첫째로는 외부 개입을 기다리는 Standby 상태( Fig. 3.20 ) 즉 이 상태는 자체적으로 진행됐던 시스템의 모든 확인이 끝난 후 항상 관측 시간의 정시에 시스템 전체가 작동을 시작하여 수신소에서의 특별한 요구를 기다리는 상태로 부이 시스템에 필요한 자료를 요구하면 즉각적으로 작동하여 기상을 관측하는 상태를 말한다.

이 때에는 필요한 주기 이외에 더한 자료의 값이 전시된다.

또한 선박에 부이를 관측 해역에 예인 후 시스템을 확인하고 기상 관측 부이의 관측 자료를 검출하거나 필요시 저장된 자료를 얻고자 할 때 사용된다.

둘째로는 각종 기상 관측 및 저장, 송신( Fig. 3.21 )으로 센서를 통하여 입력되는 자료를 정해진 프로그램에 의해 저장하거나 송신기를 통하여 전송하게 되는데 이 때 자료를 별도의 Data Logger를 사용하여 저장하게 된다. 이는 자료의 손실을 방지하고 전송시 생길 수 있는 자료 유실의 문제를 해결하기 위한 것이다.

셋째로는 수신소 사용자와의 통신( Fig. 3.22 )으로 Data Link층에서 Error 제어를 위한 ARQ( Automatic repeat request ) 프로토콜을 사용하게 될 것이며 다음은 사용하게 될 프로토콜의 형태이다.

- 정지-대기 ( Stop-and-Wait: SW ) 프로토콜
- 연속적 재전송(Go-back-N : GBN ) 프로토콜
- 선택적 재전송(Selective repeat : SR ) 프로토콜

그리고 Data의 송수신 상태 확인 및 전송 방법으로 여러 가지가 있지만 스테이더스가 유효하게 되기를 기다린다. 그리고 스테이더스가 유효하게 되면 자료를 전송한다. 이때 우리는 다음과 같은 방법을 이용하게 된다.

- 프로그램을 Loop로 하는 방법
- 타이머 Interrupt를 이용하는 방법
- 외부 Interrupt를 이용하는 방법
- DMA를 이용하는 방법

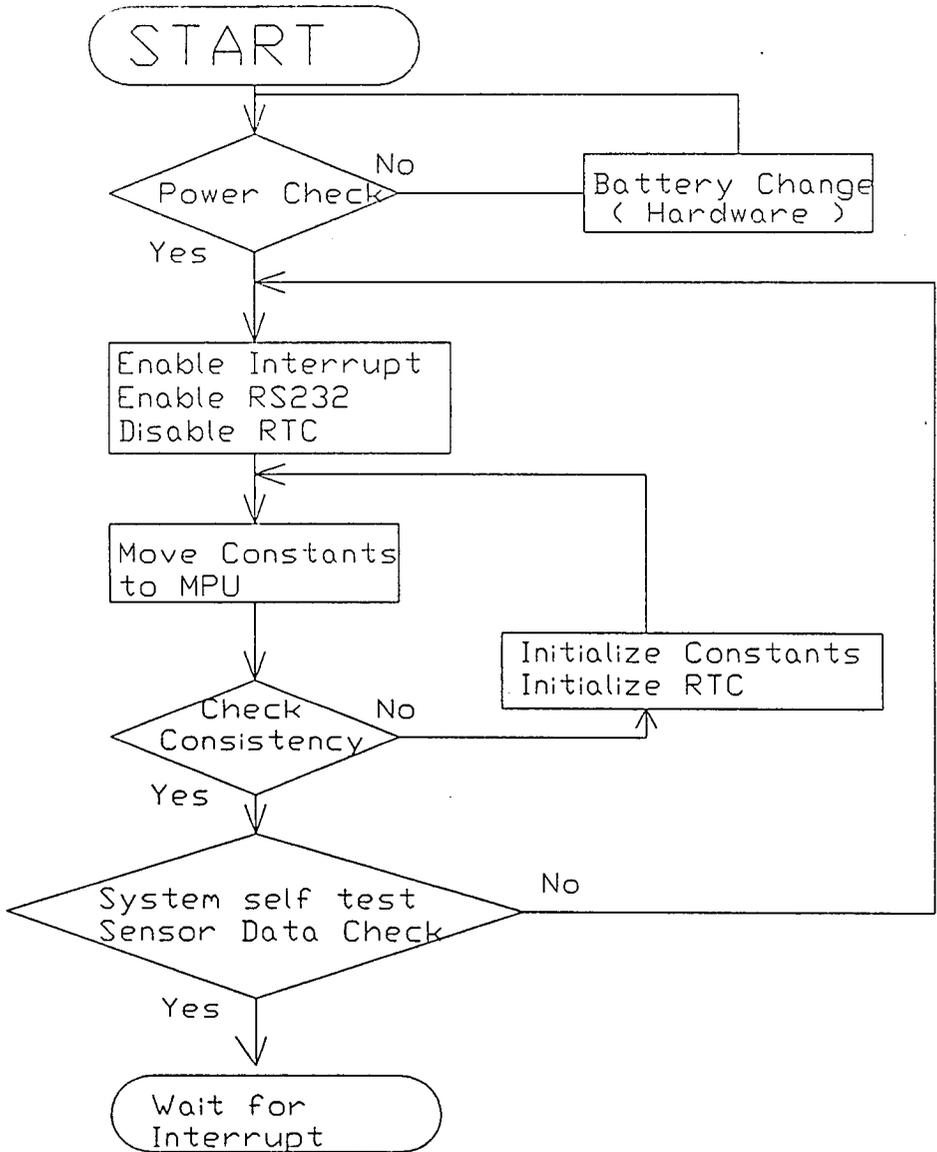


Fig. 3.20. Wait for interrupt

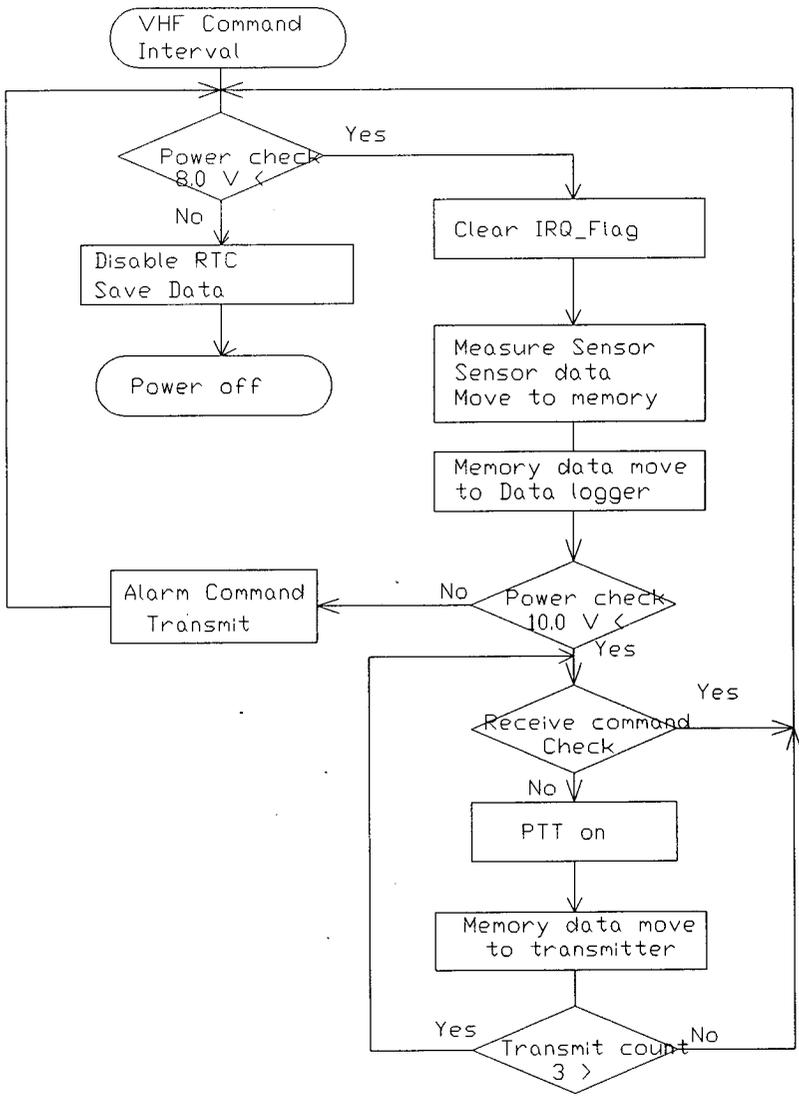


Fig. 3.21. Data transfer and power control

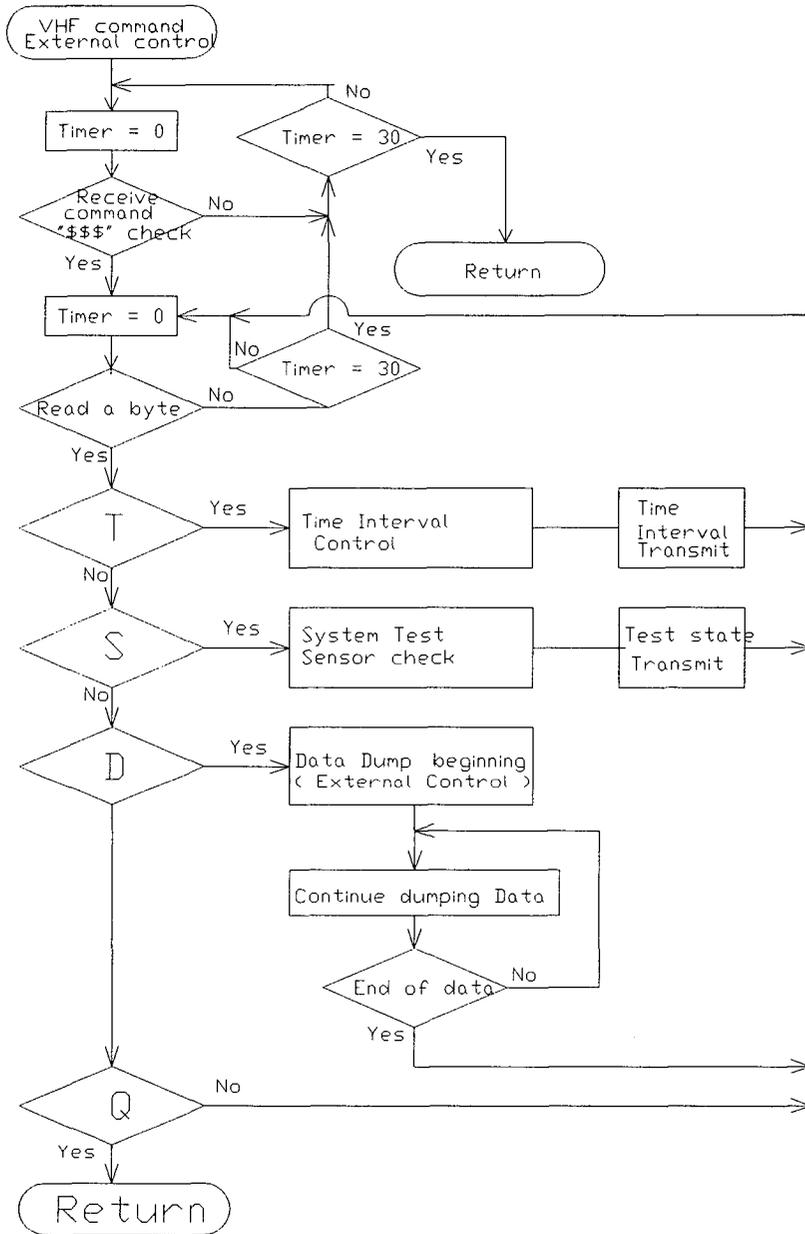


Fig. 3.22 Command communication algorithm

## 2. 수신소 운용

### 1) 受信所 설치 및 안테나조건

원거리 자료 전송에서 무엇보다 중요한 것은 수신소의 위치라 하겠다. 이 문제는 電波傳播에서 동일한 條件이라면 전파 通路의 어떠한 다른 障礙를 極小化 할 수 있는 地點일 수록 좋다. 즉 가능하다면 외부의 간섭이 적고 수신 안테나를 높이 세울 수 있는 곳이 좋다.

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

일반적으로 주파수가 높아질수록 대기 중에서의 흡수와 감쇠가 커지므로 고품질의 전송이 용이하고 경제적인 주파수대를 찾는 것이 중요하다. 본 연구에서도 이러한 문제들을 감안하여 송신 출력과 송 수신 안테나 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 誘起된 전류에 의해서 대지의 근방에 생기는 電磁界로서 지표면에 따라 傳播하는 表面波라고 할 수 있다.

지표파는 傳播 距離와 더불어 대지에 의한 에너지損에 의해서 지수 함수적으로 減衰하며, 그 減衰計數는 주파수가 높을수록 또 대지의 導電率이 낮을수록 크다.

따라서 HF나 LF 같은 낮은 주파수의 지표파는 적은 감쇠로서 먼 거리까지 전파하지만 VHF 이상의 높은 주파수에서는 거리와 더불어 급속히 약해진다.

海上에서는 대지의 導電率이 크므로 육상보다 감쇠가 적다. 이러한 여러 가지 복합적인 電波傳播에 문제가 있기 때문에 수신기의 感度가 우선 良好해야 함은 물론이고 안테나의 整습이 잘되어 안테나에서 수신기 초단 증폭기까지 신호의 손실을 최소화해야 한다.

球面大地上에서의 電波傳播: 가시 거리밖에 지점에서 수신 안테나 높이를 지표 상으로 부터 올렸을 때 전계강도를 보면, 최소 실효 안테나의 높이(H')까지는 지표파만 수신되지만 안테나를 높임에 따라 지표파는 급속하게 약해지며 한편으로 회절파가 강하여진다. 즉, 전계강도는 어떤 높이까지는 거의 일정하게 되다가 그 이상의 높이에서

서는 회절파가 주성분으로 되어 높이가 더불어 전계강도는 증가한다.

때문에 LF 와 같은 낮은 주파수대에서는 실제적으로 안테나의 높이는 파장 이하이며 지표파가 주성분이지만 VHF 이상에서는 실제 안테나의 높이는 파장에 비해서 통상적으로 길어서 지표파는 무시되며 가시거리내에서는 직접파와 대지반사파가 주성분이 고 가시 거리 밖에서는 회절파가 주체가 된다.

지구 곡면 대기의 굴절은 기압, 기온, 수증기압에 의해서 결정되며 평균적으로 높이가 더불어 단조로이 감소한다고 생각하나 마이크로파에서 실제 電波傳播는 지형적인 수평거리보다 약 6 [%]가량 더 멀리 도달한다.

송수신 안테나의 전파 공간을 포함한 傳播通路를 나타내면 Fig. 3.23과 같다. 여기서 수신 전력  $P_r$  과 송신 전력  $P_t$ 와의 비는  $L = P_r/P_t$ 로 이 등가 회로의 손실을 나타내며 이것을 傳播損失또는 電送損失이라고 이라고 한다.

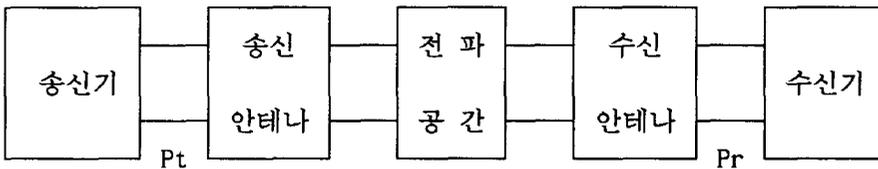


Fig. 3.23. A Equivalent circuit of Transmission line

## 2) 프로그램의 운용

송신된 자료를 받는 부분과 다시 부이의 작동 상태를 조정하는 부분으로 구성된 수신소의 역할은 매우 중요하다. 부이 수신소에서 사용하게 될 언어는 C-Language를 사용하여 전체적인 센서의 자료를 화면 Fig. 3.24, Fig. 3.25와 같은 모습으로 나타내는 것을 1 차적인 목표로 하며 자료의 저장은 Harddisk에 기록을 하며, 자료를 받는 즉시 자료의 손실을 막게 할 것이다.

경보를 위한 프로그램은 대개 다음과 같은 정도의 경보를 사용자에게 의하여 명령어로 조정하게 함으로서 효율을 높이게 하였다.

전원 알람은 축전지의 전압이 11.6 Volts 이하로 떨어지면 경고문이 화면에 나타나며 10 초간 경적이 울린다. 그리고 위치 이탈 경보는 GPS의 자료를 분석하여 영역을 벗어나면 신호를 10초간 울리면 위치 이탈이라고 화면에 표시할 것이다.

그리고 Hard Disk alarm은 컴퓨터 하드 디스크의 용량이 부족할 때 경적이 울리며, 이 때 자료를 Back-up 받아 저장 영역을 확보하여 주지 않으면 새로운 자료를 저장하려고 할 때마다 경적이 울리게 될 것이다.

```

7:51
                                kurdi169.dat
                                Tue Jan 10, 1995

```

| TIME   | DIRTY<br>PRINT | WIND<br>SPEED | HI WIND<br>SPEED | DIRECTION | WIND<br>CHILL | MOISTURE<br>INTERVAL |
|--------|----------------|---------------|------------------|-----------|---------------|----------------------|
| 7:51am |                | 0.9           | 2.5              | NNE       | 6.3           | 1                    |
| 7:52am |                | 0.4           | 0.9              | NNE       | 6.3           | 1                    |
| 7:53am |                | 0.0           | 0.0              |           | 6.3           | 1                    |
| 7:54am |                | 0.1           | 1.3              | N         | 6.3           | 1                    |
| 7:55am |                | 0.5           | 2.1              | N         | 6.3           | 1                    |
| 7:56am |                | 0.9           | 1.0              | NNE       | 6.2           | 1                    |
| 7:57am |                | 0.0           | 1.3              | N         | 6.2           | 1                    |
| 7:58am |                | 0.0           | 0.0              |           | 6.3           | 1                    |
| 7:59am |                | 0.0           | 0.0              |           | 6.3           | 1                    |
| 8:00am |                | 0.1           | 0.9              | NNE       | 6.3           | 1                    |
| 8:01am |                | 0.0           | 0.0              |           | 6.3           | 1                    |
| 8:02am |                | 0.0           | 0.0              |           | 6.1           | 1                    |
| 8:03am |                | 0.0           | 0.0              |           | 6.2           | 1                    |
| 8:04am |                | 0.0           | 0.0              |           | 6.6           | 1                    |
| 8:05am |                | 0.0           | 0.1              | NNE       | 6.6           | 1                    |
| 8:06am |                | 0.0           | 0.0              |           | 6.1           | 1                    |

Please ENTER to exit. Alt-B to change a day.

Fig. 3. 24. Data display of buoy sensors data

```

buoy station: kurdi169.dat

```

|             |            |             |             |
|-------------|------------|-------------|-------------|
| 1. Data     | 2. Print   | 3. Save     | 4. Exit     |
| 5. Help     | 6. About   | 7. Settings | 8. Status   |
| 9. Options  | 10. Search | 11. Filter  | 12. Refresh |
| 13. Clear   | 14. Undo   | 15. Redo    | 16. Copy    |
| 17. Paste   | 18. Delete | 19. Insert  | 20. Find    |
| 21. Replace | 22. Undo   | 23. Redo    | 24. Copy    |
| 25. Paste   | 26. Delete | 27. Insert  | 28. Find    |
| 29. Replace | 30. Undo   | 31. Redo    | 32. Copy    |
| 33. Paste   | 34. Delete | 35. Insert  | 36. Find    |
| 37. Replace | 38. Undo   | 39. Redo    | 40. Copy    |
| 41. Paste   | 42. Delete | 43. Insert  | 44. Find    |
| 45. Replace | 46. Undo   | 47. Redo    | 48. Copy    |
| 49. Paste   | 50. Delete | 51. Insert  | 52. Find    |
| 53. Replace | 54. Undo   | 55. Redo    | 56. Copy    |
| 57. Paste   | 58. Delete | 59. Insert  | 60. Find    |
| 61. Replace | 62. Undo   | 63. Redo    | 64. Copy    |
| 65. Paste   | 66. Delete | 67. Insert  | 68. Find    |
| 69. Replace | 70. Undo   | 71. Redo    | 72. Copy    |
| 73. Paste   | 74. Delete | 75. Insert  | 76. Find    |
| 77. Replace | 78. Undo   | 79. Redo    | 80. Copy    |
| 81. Paste   | 82. Delete | 83. Insert  | 84. Find    |
| 85. Replace | 86. Undo   | 87. Redo    | 88. Copy    |
| 89. Paste   | 90. Delete | 91. Insert  | 92. Find    |
| 93. Replace | 94. Undo   | 95. Redo    | 96. Copy    |
| 97. Paste   | 98. Delete | 99. Insert  | 100. Find   |

TAB to change. ENTER to make a selection. Press F1 if you need help.

Fig. 3. 25. Display menu of data processing

## 제 4 章 기상 Buoy 계류 및 운용

### 제 1 절 계류

부이 시스템은 해상에 떠 있는 부이와 부이 구조물의 부착된 각종 센서 및 부이를 고정시켜 주는 수중 계류 부분으로 구성된다. 또한 부이를 고정시키는 방법의 따라서 일점 계류식(single moored system)과 다족 계류식(multileg moored system)으로 분류한다. 이러한 계류 방식은 나름대로의 장단점을 가지고 있으며(그에 대한 자세한 분석은 뒤에서 논의가 될 것이다.) 본 연구에서는 일점식 계류를 할 예정으로 설계하였다. 제작할 부이의 계류 수심은 천해에서부터 심해(수백 미터)까지 계류가 가능하나 기존의 관측 해역인 황해 태안 반도 앞 해상에 체인과 특수 로프를 사용하여 계류할 예정이다.

Fig. 4.1은 수심 300 [m] 이하인 연안 및 천해에서 주로 사용하는 여러 가지의 계류 형태이며 Fig. 4.1의 a, b는 수심 50 [m] 이상에서 많이 이용되는 계류 방법이다. Fig. 4.1의 a 에서와 같이 계류선 전체를 체인을 사용한 Slack moor방법이 있고 Fig. 4.1의 b는 로프를 혼합하여 사용하므로써 재료비를 절감할 수 방법이 있다. (1994. H. Berteaux)

Fig. 4.1의 c는 일점식 팽팽한 계류 방법이다. 이것은 부이의 회전 방지와 원운동을 줄이고 안정한 상태를 유지하기 위해서 부이와 수중 앵커 사이의 계류선을 팽팽하게 장력을 주는 방법이다. 그러나 해수의 조석차에 의하여 어느 정도 부이가 상하 운동이 되도록 해야 하고 수심이 깊은 곳에서는 Fig. 4.1의 d와 같은 방법으로 삼각모양의 계류를 하여서 부이의 원운동을 감소시켜 주기도 한다.

천해에서 대형 원반형 부이 계류의 가장 효과적인 방법으로서는 Fig. 4.1의 e와 같은 모양이다. 이러한 방법은 계류선이 지속적인 인장력을 유지시켜 주기 때문에 계류선을 중심으로한 원운동은 물론 회전운동을 최소화시켜 준다. 그러나 이 방법에서는 계류선이 표류하는 물체 등에 의하여 손상을 받을 위험성이 있는 것이 문제로 남아 있다.

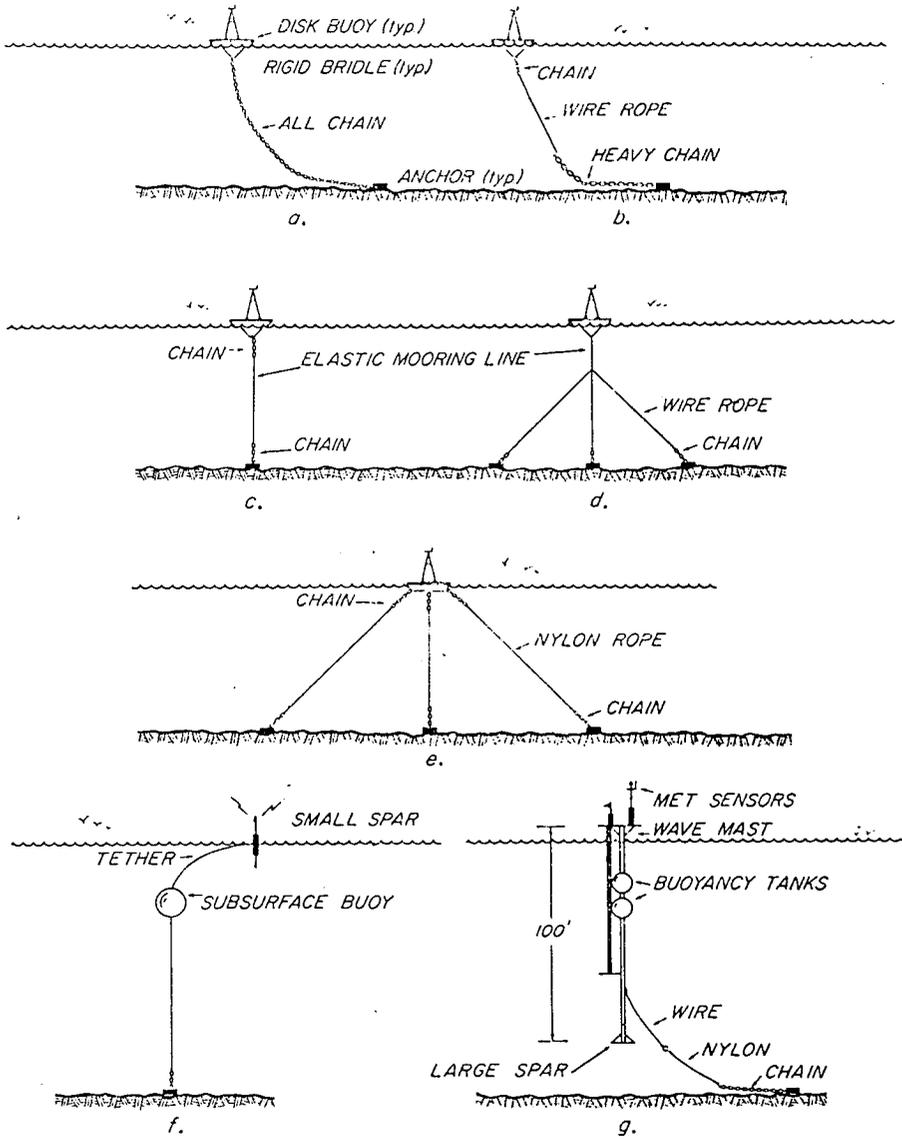


Fig. 4.1 Shallow water surface mooring schemes

Fig. 4.2는 심해 계류( Deep sea moorings )의 대표적인 방법을 나타낸 것이다.

심해 계류에서는 수심과 계류선의 비율을 계류 길이( mooring scope )로 나타내는데 이 비율이 작으면 팽팽한 계류( taut moor ) 비율이 크면 느슨한 계류( slack moor )가 되는 것이다. (1994. H.O.Berteaux)

Fig 4.2의 a, b은 심해 계류에서 표층계류시 가장 보편적인 계류 방법 중의 하나인 일점식의 팽팽한 계류와 느슨한 계류의 그림이다.

그리고 Fig. 4.2의 C은 spar부이의 계류 방식이며 Fig. 4.2의 d, e은 심해에서 보편화된 다점식 계류 방식을 나타낸 것이다.

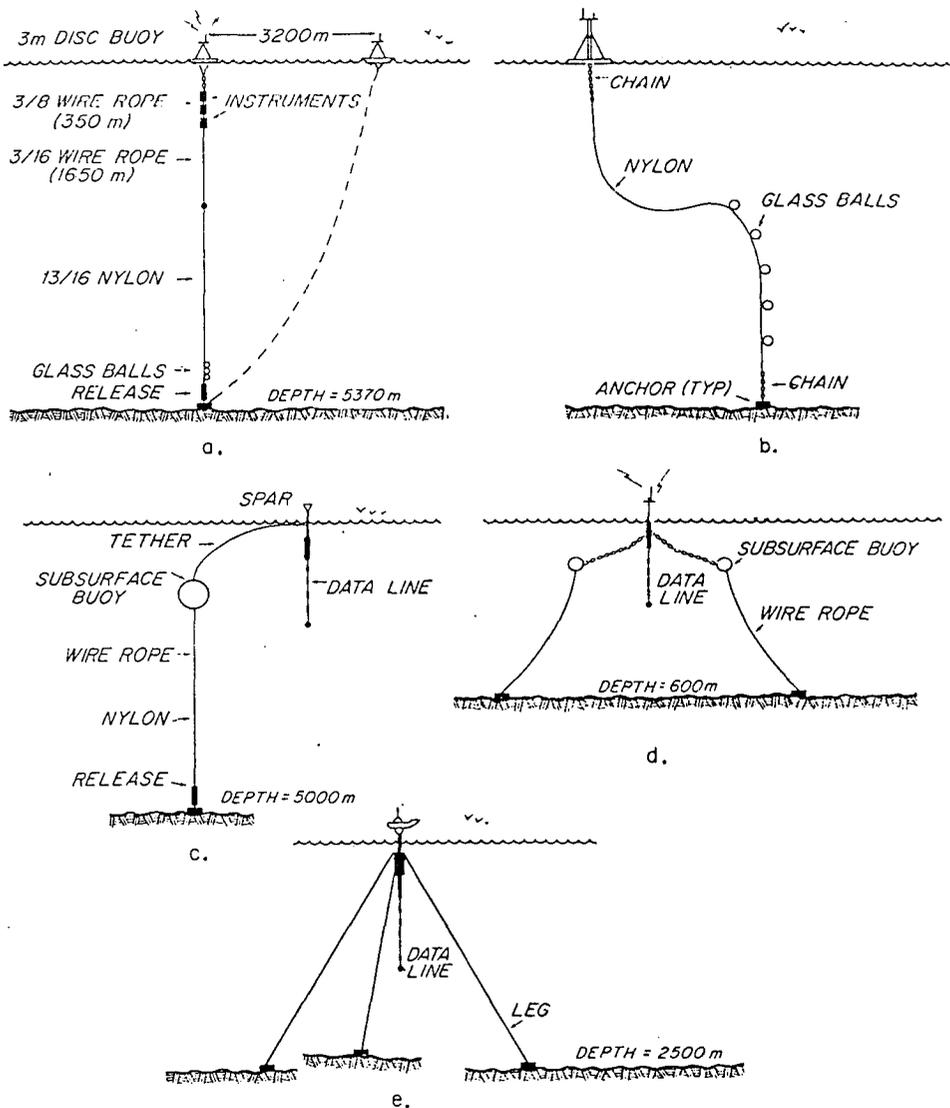


Fig. 4.2 Deep water surface mooring schemes

## 제 2 절 시스템 설치 및 운용 사례

### 1. 한국 ( 한국 해양연구소 ; 이흥재 등, 1990 )

연근 해역에서의 해황모니터링 시스템 연구에서 해양 기상 관측 요소를 부가하여 약 2 년간 관측한 결과를 중심으로 기술하고자 한다. 이 시스템은 해상에서의 자료 관측 및 전송을 위한 해상 부이와 육상에서 자료 수신 및 기록을 위한 수신 설비로 구성되어 있다. (Appendix C 참조)

#### 1) 부이 시스템

해양 연구소에서 제작한 부이의 측정 변수는 해상과 수중에서 측정되어야 하지만 부이 제작의 용이성과 설치에 따른 편이성에 따라 표면 부이 시스템을 선택하였다. 부이의 형태는 제작이 가장 용이하며 비용이 적게 드는 원반형으로 선택하였고, 측정 장비 및 밧데리 등의 하중이 적고 비용을 최소로 하기 위하여 작은 크기의 부이로 만들었다. (Fig. 4.3 참조)

센서부의 구성은 풍향, 풍속, 대기 온도, 습도, 대기압, 부이 회전각, 해수 온도 등을 측정하기 위한 센서로 구성되었다. 부이의 정확한 위치와 관측 자료를 극궤도 위성을 통해 육상수신국에 보낼 수 있는 UHF Argos PTT(Platform Transmitter Terminal)의 회로와 안테나를 부이 Master 중간에 부착하였다. 온도 센서는 부이에 의해 영향을 받지 않도록 별도로 긴 파이프 끝단에 부착하였고 파이프 안으로 해수가 스며들지 않도록 실리콘 고무로 밀폐시켰다.

관측 자료의 제어는 'CAMPBELL SCIENTIFIC, INC'에서 제작된 'CR 10 MEASUREMENT AND CONTROL MODULE'을 사용하였다.

부이에서 관측한 결과를 즉시 사용자가 알게 하기 위하여 146 [Mhz]대로 RF 통신을 하였다.

부이의 설치 위치는 동해 중부 해역( 36° 30' N ~ 38° 20' N, 동해안 ~ 131° 15' E )으로 이 해역은 한국 해협을 통해 유입하는 대마난류수와 북한 연근해의 냉수가 만나서 극전선을 형성하는 해역이며, 계절과 해에 따라 해황의 변화가 심한 해역이다. 또한 동해 중부 해역의 해황의 계절 및 경년변동은 동해 전역

의 해황 변화와 연관되어 있으며 한반도 주변의 기상 변화와도 밀접히 관련되어 있다.

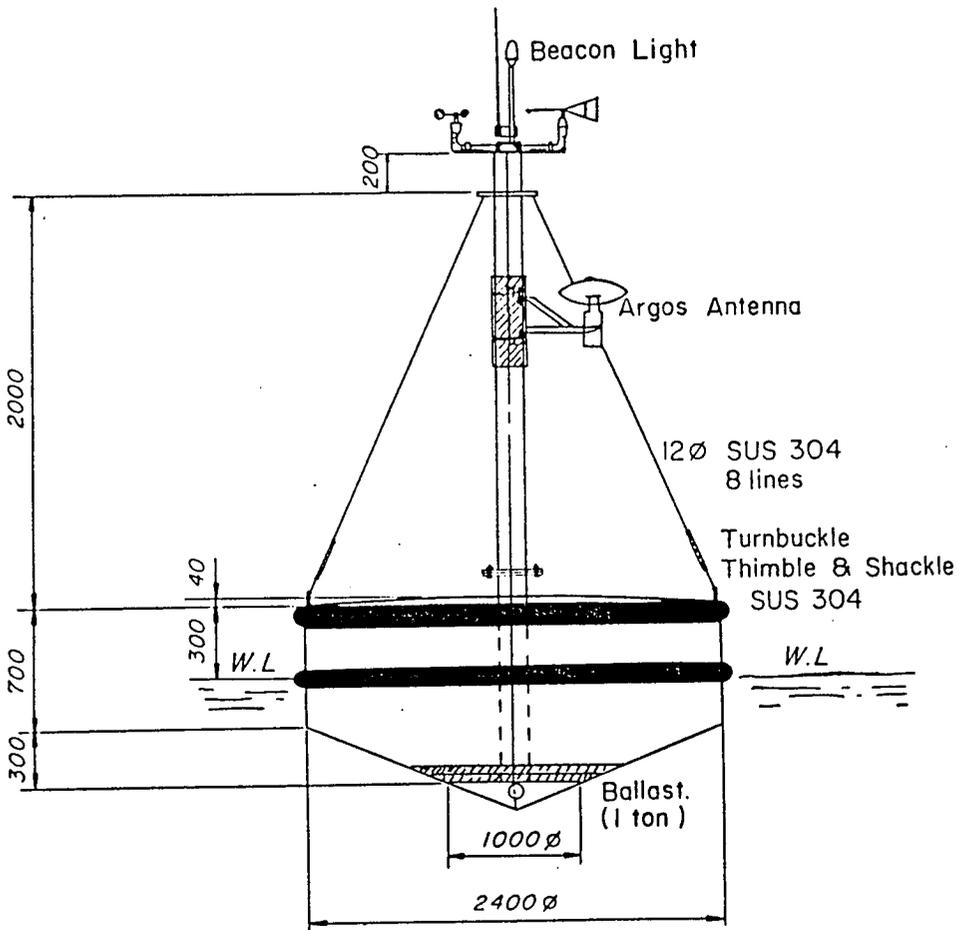


Fig. 4.3. Profile of buoy

## 2) 운용 결과 ( 석문식, 등 1991 )

1 차 년도에는 Argos PTT를 사용하여 자료를 전송하는 방식을 택하였다. 부이의 움직임을 모니터링하기 위하여 관측 위치를 옵션으로 택하였으며, 그리고 자료 전송의 한 예로서 수온의 회로를 구성하고 그 시그널을 전송하였다. Fig. 4.4 와 Fig. 4.5은 Argos 시스템으로 측정된 부이의 경도와 위도를 각각 도식화하였으며 Fig. 4.6은 수온의 시간 변화를 나타낸다. 그림에서 나타난 초기의 현저한 위치 이동은 송신을 시작한 후 항구에서 육상 준비 기간을 거쳐 계류 위치로 이동하였기 때문에 나타난 것이다. 계류 전후로 나누어 그 평균과 표준 편차를 Table 4.1에 정리하였다. 경위도에서  $0.001^\circ$  는 각각 약 110 미터, 90 미터에 해당하는데 표준 편차가  $0.0019 \sim 0.0045^\circ$  이므로 약 200 ~ 500미터에 해당한다. 실제로, 부이의 움직임은 계류선의 구성을 고려하여 50미터를 넘지 않았을 것으로 보이나 이와 같은 표준 편차가 큰 것은 Argos의 측정 오차의 범위인 것으로 해석된다. 부이 위치의 2 차원 공간 분산을 Fig. 4.7에서 제시하였다. 크게 벗어난 점들을 제외하더라도 경위도 약  $0.01^\circ$  의 반경을 갖는 분산을 보인다.

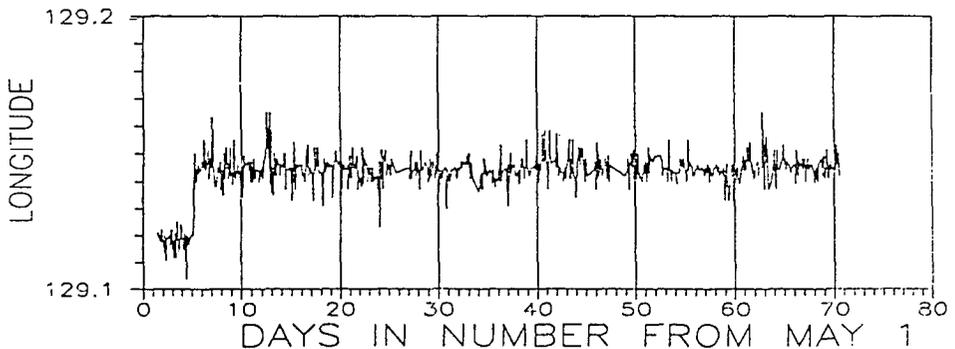


Fig. 4.4. Time plot of longitude of the buoy location obtained from ARGOS during test operation

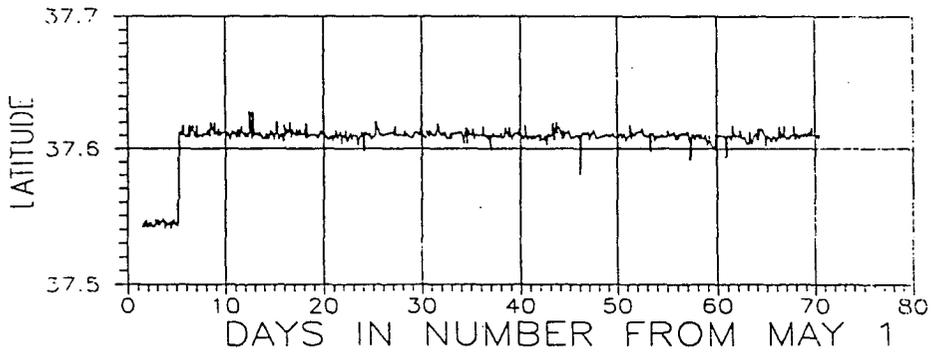


Fig. 4.5. Time plot of latitude of the buoy location obtained from ARGOS during test operation

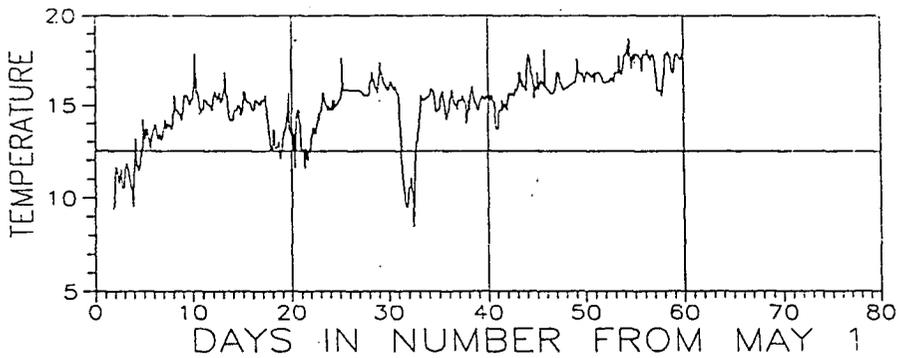


Fig. 4.6. Time plot of sea surface temperature during test operation

Table 4.1. Mean and standard deviation of moored buoy information obtained from ARGOS during test operation

|  | Before Mooring |        | After Mooring |        |
|--|----------------|--------|---------------|--------|
|  | Mean           | S. D.  | Mean          | S. D.  |
| Latitude( $^{\circ}$ N)                | 37.5441        | 0.0019 | 37.6105       | 0.0035 |
| Longitude( $^{\circ}$ N)               | 129.1180       | 0.0039 | 129.1445      | 0.0045 |
| Sea Surface Temperature( $^{\circ}$ C) | 11.27          | 1.13   | 15.30         | 1.55   |

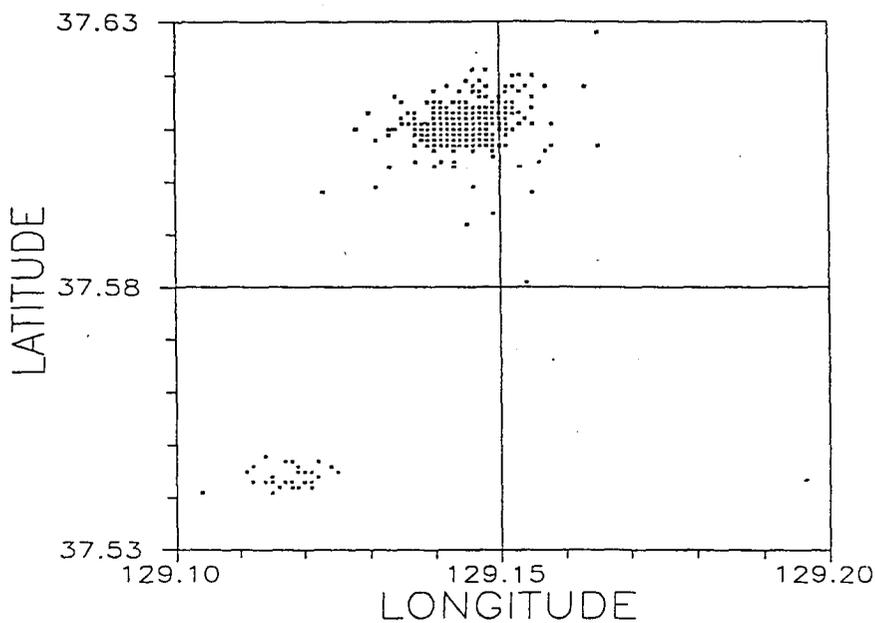


Fig. 4.7. Scatter plot of the buoy location obtained from ARGOS during test operation

## 2. 일본 ( 愛知縣水産試験場 )

관측 부이를 운영하고 있는 수산 시험장의 부이 운영 실태를 보면 관측 항목으로는 기상 분야는 기온, 풍속, 풍향이고 해상 자료는 표층( 수심 3.5 [m] )과 저층( 해저 위 2 [m] )을 구분하여 수온, 염분, 용존산소, 유향, 유속을 관측하여 RF 무선 장치를 이용하여 400 [Mhz]로 전송하게 된다.

부이의 형태는 Fig. 4.8와 같이 원반형이고 계류 형태는 부이를 세 방향에서 고정시켜 파향과 파고는 관측 관측에서 제외하여 사용하고 있다.

부이의 위치는 수산 시험장에서 약 10 [Km] 이내에 Fig. 4.9과 같이 3 군데에 위치하고 있으며 그 지역의 어장 환경을 관측하여 통보하고 있다. 부이의 위치가 수신소와 비교적 가까운 위치에 있어 항상 자료의 감시가 가능하고, 자료의 질을 높이기 위하여 매달 한번씩 센서를 교체 혹은 보수를 하고 있지만 부이의 성능을 유지 관리하는데 있어 많은 노력이 소모되고, 관측 장비에 생물 부착물이 많아 염분, DO 값의 정확도가 떨어진다고 한다. (Appendix D 참조)

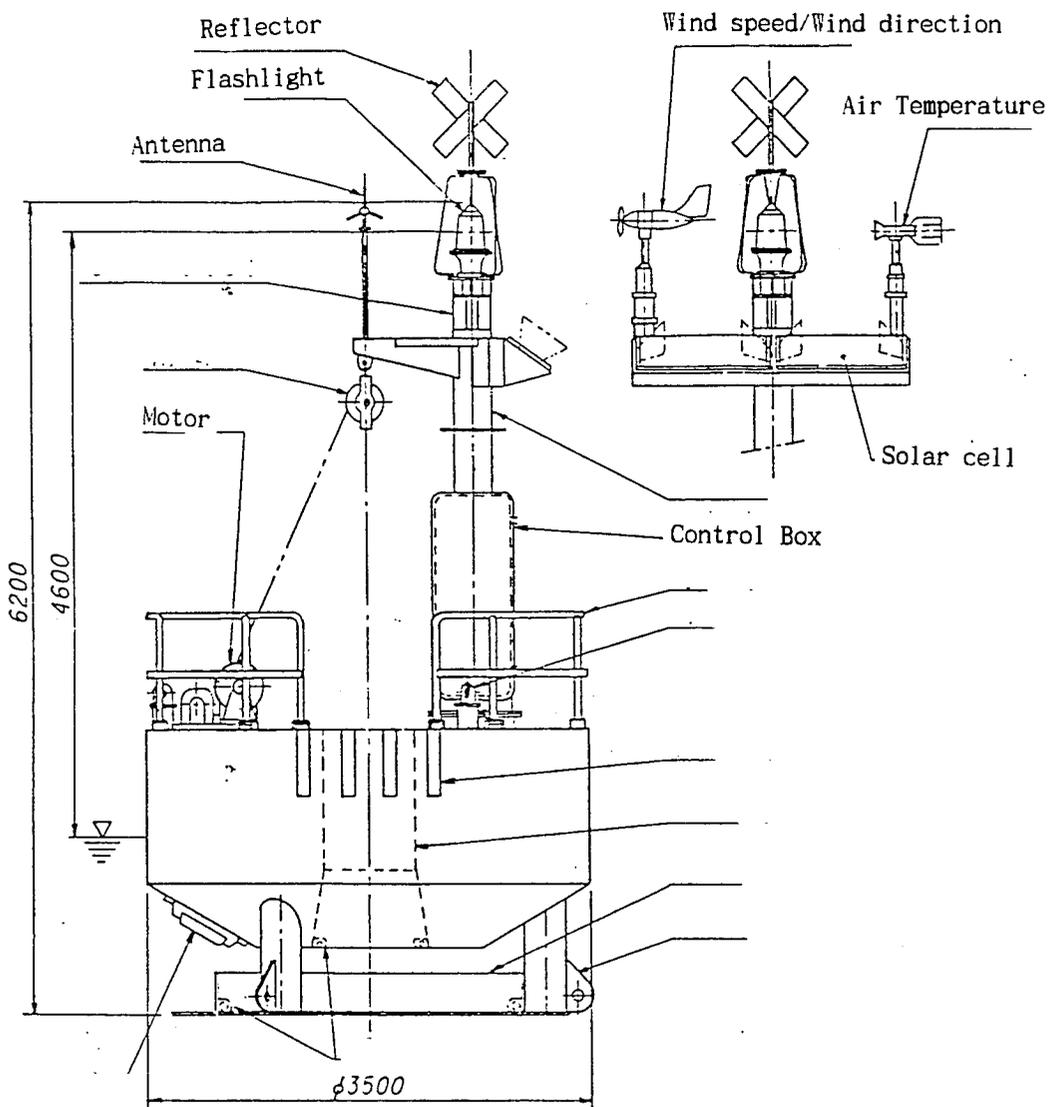


Fig. 4.8. Buoy structure of Japan

| Buoy No. | Location                 |
|----------|--------------------------|
| 1.       | 34° 44.4' N 137° 13.4' E |
| 2.       | 34° 44.5' N 137° 4.5' E  |
| 3.       | 34° 40.3' N 137° 6.0' E  |

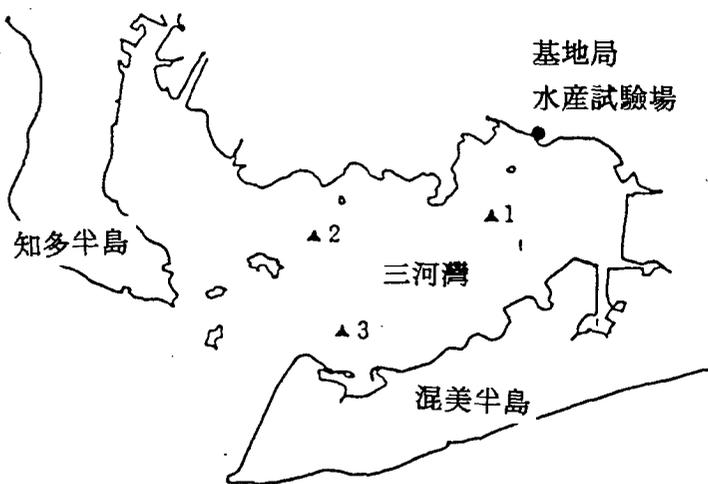


Fig. 4.9 Measurement point of buoy

### 3. Canada

캐나다 기상 부이의 운용 현황은 매우 활발하고 광범위하며 대단히 실용적으로 운용된다. 그것은 기상 부이로부터 획득되고 있는 기상, 해양 자료를 실제로 기초 연구는 물론이거니와 국민들의 실생활과 특히 산업, 어업 종사자들에게 양질의 서비스를 하고 있다는 의미이다. 캐나다 국가적으로 볼 때 광범위한 국토를 동서로 구분하여 자료를 수집하고 한데 모으는 것이다. 현재 캐나다의 서해안 북쪽 즉 북태평양 베링해로부터 알래스카를 거쳐 콜럼비아주 앞바다를 연결하는 영해와 공해 상에는 크고 작은 기상 부이가 약 20여개가 고정적으로 끊임없이 자료를 수집하여 밴쿠버에 있는 기상 자료 센터( CAES )로 위성을 통하여 들어오고 있으며 이 센터에서 각 해역으로부터 들어오고 있는 자료를 취합하고 분석하며 예상도를 작성하여 다시 캐나다 기상 위성으로 보내어 캐나다 전지역으로 재 전송하여 사용자들이 수신하여 이용하도록 시스템이 되어 있다.

부이의 제작은 캐나다 자체에서 제작되고 있으며 기상 부이만을 전문적으로 해상에 설치하고 보수 유지, 운용하는 회사가 별도로 있으며 이 회사는 기상 자료 센터에서 요구하는 대로 현장을 관리 운용을 하고 있다. ( Appendix E 참조)

물론 이 회사에는 각분야의 전문 기술진을 확보하고 있어 센서의 특성 분석과 소프트웨어 등의 개발을 끊임없이 수행하고 있다.

## 第 5 章 結論

부이 시스템을 사용하는 가장 중요한 목적로서는 고정된 위치에 부이를 계류하여 해양에서의 기상학적인 또는 해양학적 자료를 획득하기 위하여 목적에 알맞은 센서 및 장비를 설치하여 장기간 연속적으로 자료를 획득하는 것이다.

이러한 조건을 충족시키며 장기간 동안 부이를 유지시키는 기술은 대단히 어려운 엔지니어링의 속하는 것으로서, 지금은 센서와 컴퓨터 통신 기술이 발달함에 따라 획기적인 변화와 새로운 개념의 부이 엔지니어링 기술로 발전되고 있는 실정에 있다.

본 연구에서 설계한 부이는 직경 3 [m]급 Discus buoy 로서, 사다리 모양의 마스터( 높이 3[m] )와 축전기 및 태양전지를 겸한 전원을 갖춘 특수 알루미늄 Hull로 구성된, 그 동안 십 수년간 미국을 중심으로 개발, 변형되어 온 대표적인 부이를 선정하여 그것을 기초로 설계하였다. 또한 자료는 WMO 프로토콜 형식에 의하여 획득하여 무선 전파를 이용하여 해안 수신국으로 전송하도록 하였다.

제작될 부이는 :

- 정확한 해면(파도)특성 관측을 위한 모양으로 설계.
  - 자료 수집 및 처리 속도를 사용자가 직접 명령으로 제어 가능.
  - 자료의 실시간 수집 기록 분석 가능.
  - 부이 적재물에 따라 하드웨어 및 소프트웨어 변경 가능
  - 전자기기 및 자료 수집 장치의 완전 방수, 센서 및 전자 부품을 부이를 수 중에서 꺼내지 않고도 쉽게 설치 교체 보수 가능.
  - 계류 위치에서 이탈될 경우 경고 발생, 사용자가 인식 가능.
- 등의 기술적인 특징 및 장점이 있는 양질의 자료를 생산할 수 있는 기상 부이로 제작되어 질 것이다.

## References

- 봉 종헌, 등 1987: 한국 근해의 해양기상 특성과 예보기술 개발에 관한 연구.  
과학 기술처, 기상연구소
- 유 정찬, 김 인영, 1990: 햄을 위한 햄에 의한 안테나 핸드북. 명지 출판사.
- 이 강호, 1991: 통신공학. 한국이공학사.
- 이 흥재, 전 호경, 등 1990.7: 연근 해역에서의 해황 모니터링 시스템 연구  
(1차년도) 보고서 . BSPG 00099-300-1.
- 석 문식, 전 호경, 등 1991.7: 연근 해역에서의 해황 모니터링 시스템 연구  
(2차년도) 보고서 . BSPG-00120-390-1.
- 전 호경, 1981 : 천해에서 유속계 계류 실험 및 분석. 해양연구소보 제 3권 제  
1호 P. 43 ~ 52
- 정 진욱, 변 옥환, 1993: 데이터통신과 컴퓨터 네트워크 Ohm 사.  
1986: Texas Instrument Production Data Book.
- 전 호경, 1991: 원격 수질 모니터링 시스템 개발 연구 보고서 .  
BSPE 00217- 364-7.
- 전 호경, 1994.6: 광역 표층 해류 관측을 위한 TGPS buoy 제작 연구  
BSPE 00436 - 695 - 7.
- 최 순달, 1991: 과학 기술 실험용 소형 인공 위성 개발연구( I ) P.1017~1035
- 岡本 次雄, 1988: 아마추어의 안테나 설계 . 세운 출판사.
- AXYS Environmental Systems Ltd., 1995: 3 M Discus Meteorological and  
oceanographic data buoy system
- Dallas, 1990: DS5000 soft microcontroller User's Guide. Dallas  
semiconductor, U.S.A.
- G.O. Hamilton, 1988: Small coastal data buoys.Proceed. 4th conference on  
Meteo. Oceanogr. of the Coastal Zone, Calif, American Meteo. Soc.,  
Boston, 74 ~ 78.

GPS Technical Report , Trimble Navigation 4000 Series.

1980: R.J Milliken and C.J. Zeller : Principle of Operation of NAVASTAR and system characteristics.

H.O. Berteaux, 1976: Buoy Engineering. John Wiley Sons, Inc.,

Intel Corporation, 1991: Embedded applications. Embedded controller applications handbook,

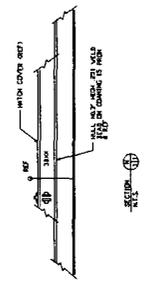
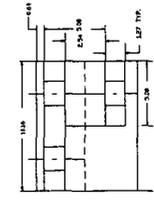
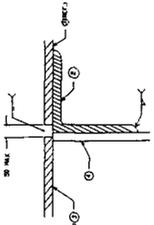
Motorola Inc., 1990: CMOS logic data. DL131, Rev. 2, Motorola Inc., U.S.A.



## Appendix A

### 3 Meter Discus Buoy Hull Structure

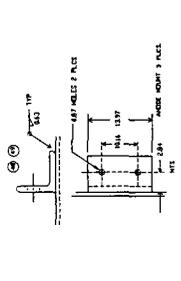
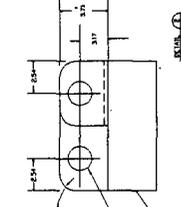
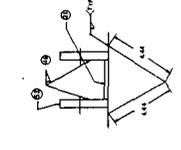




A

B

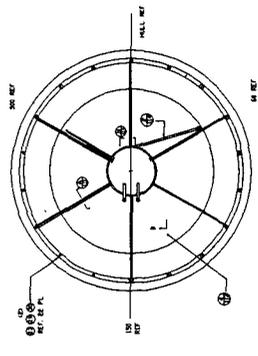
C



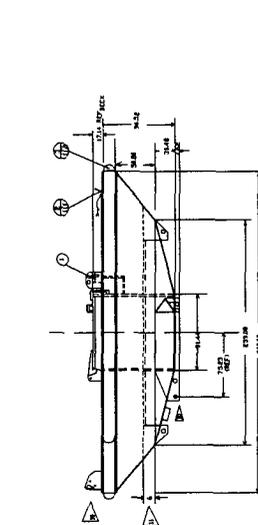
D

E

F



G

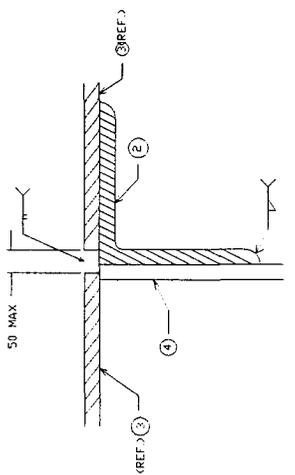


H

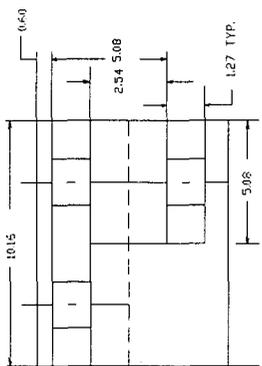
NOTES:

1. DIMENSIONS SHOWN IN THE FIELD OF DRAWING ARE IN MILLIMETERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED. DIMENSIONS IN PARENTHESES ARE FOR REFERENCE ONLY.
2. DIMENSIONS ARE TO BE USED FOR ALL STRUCTURAL PARTS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
3. ALL DIMENSIONS ARE TO BE PRECISION UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
4. DIMENSIONS ARE TO BE PRECISION UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
5. DIMENSIONS ARE TO BE PRECISION UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
6. DIMENSIONS ARE TO BE PRECISION UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
7. DIMENSIONS ARE TO BE PRECISION UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
8. DIMENSIONS ARE TO BE PRECISION UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.

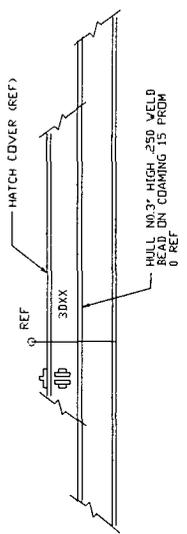
| NO. | REV. | DESCRIPTION               |
|-----|------|---------------------------|
| 1   | 1    | INITIAL DESIGN            |
| 1   | 2    | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 3    | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 4    | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 5    | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 6    | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 7    | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 8    | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 9    | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 10   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 11   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 12   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 13   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 14   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 15   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 16   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 17   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 18   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 19   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 20   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 21   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 22   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 23   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 24   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 25   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 26   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 27   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 28   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 29   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 30   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 31   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 32   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 33   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 34   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 35   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 36   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 37   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 38   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 39   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 40   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 41   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 42   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 43   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 44   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 45   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 46   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 47   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 48   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 49   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 50   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 51   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 52   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 53   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 54   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 55   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 56   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 57   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 58   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 59   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 60   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 61   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 62   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 63   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 64   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 65   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 66   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 67   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 68   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 69   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 70   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 71   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 72   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 73   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 74   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 75   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 76   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 77   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 78   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 79   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 80   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 81   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 82   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 83   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 84   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 85   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 86   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 87   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 88   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 89   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 90   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 91   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 92   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 93   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 94   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 95   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 96   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 97   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 98   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 99   | REVISED TO ADD DIMENSIONS |
| 1   | 100  | REVISED TO ADD DIMENSIONS |



SECTION A  
N.T.S. TYP. 6 PL

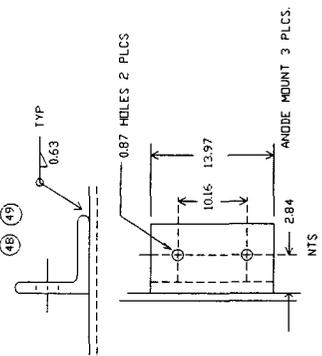


B



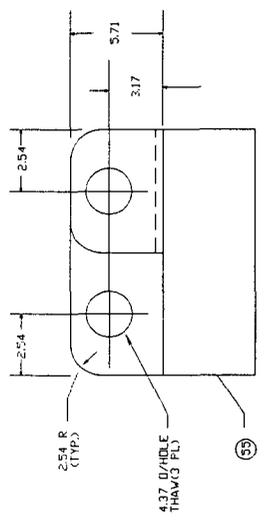
SECTION C  
N.T.S.

A



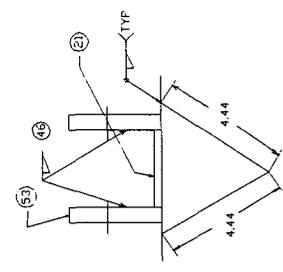
NTS

D

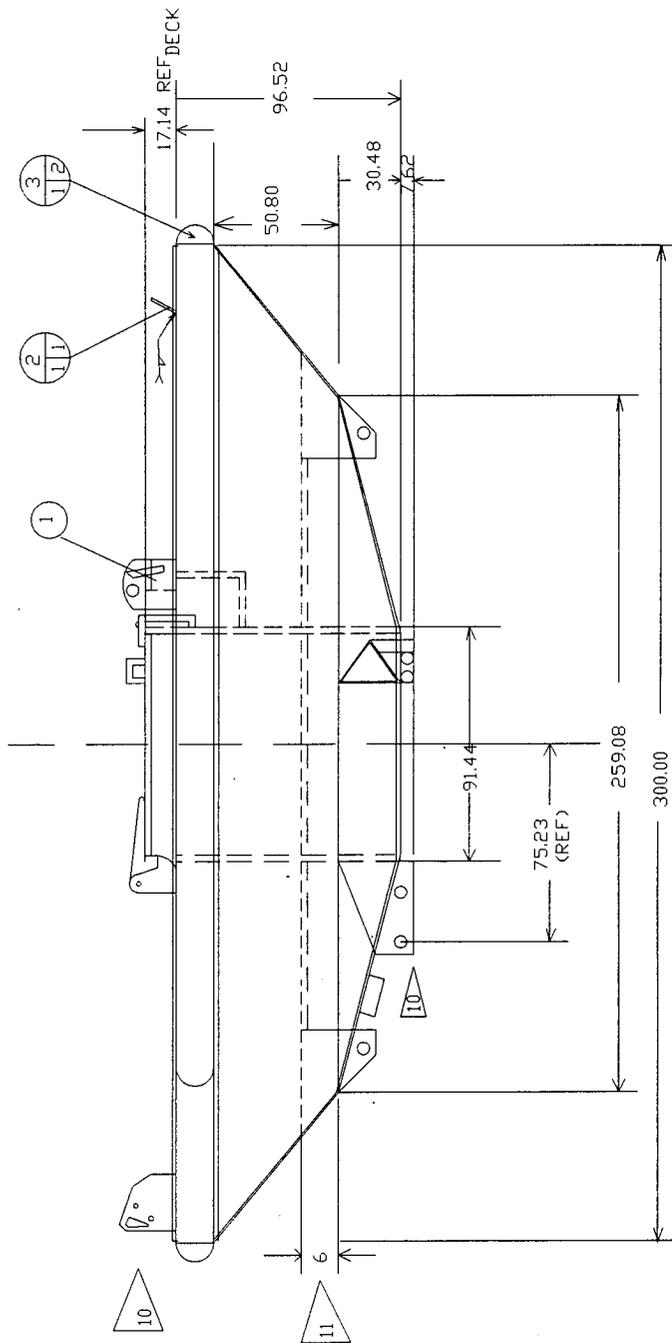


DETAIL 2  
N.T.S.

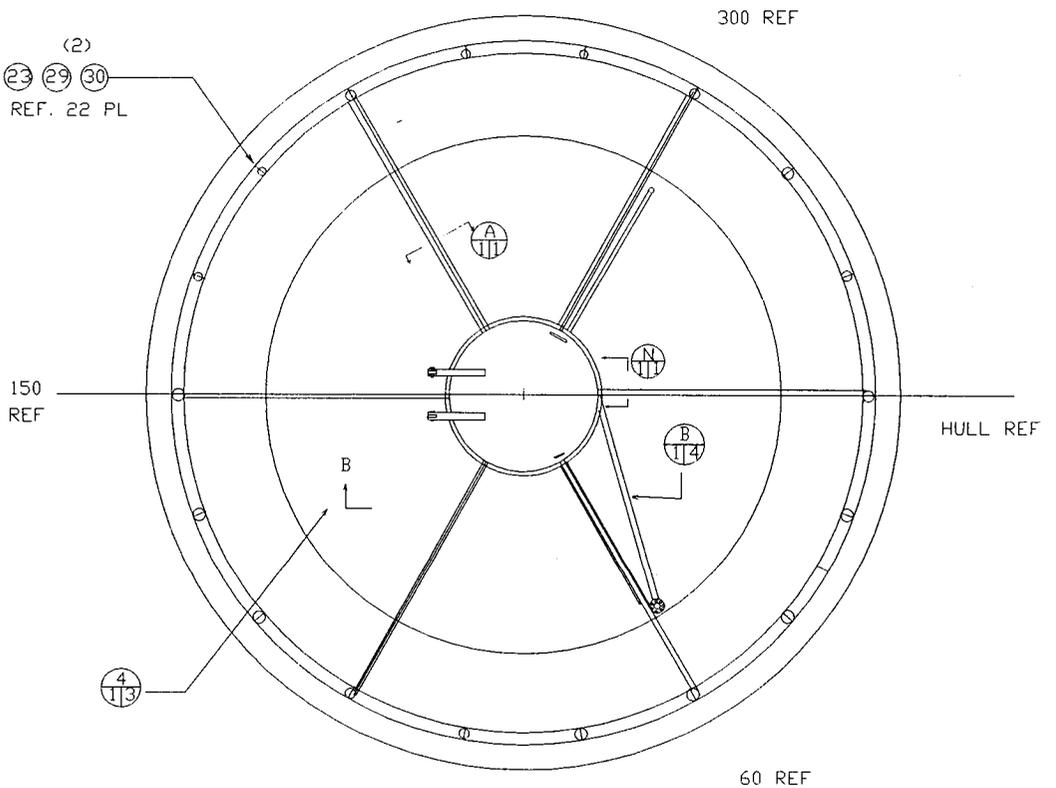
E



F



G



DECK PLAN  
 N.T.S.

H

## NOTES :

1. DIMENSIONS SHOWN IN THE FIELD OF DRAWING AND IN THE BILL OF MATERIAL REFLECT FINISHED PRODUCT SIZE AND SHOULD BE USED FOR REFERENCE ONLY.
2. ALUMINUM 5086 ALLOY TO BE USED FOR ALL STRUCTURAL MEMBERS UNLESS SPECIFIED.
3. ALL 316 SST HARDWARE TO BE IMPRESSION '316'.
4. INDIVIDUAL BULKHEAD COMPARTMENTS MUST MAINTAIN WATER TIGHT AND AIR TIGHT INTEGRITY THROUGHOUT. TEST PER AES SPECIFICATIONS.
5. BREAK ALL SHARP EDGES AND DEBUR FOR ALL EXPOSED WORK
6. ALL WELDING OF ALUMINUM SHALL BE CWB W47.2 1987
7. CONSTRUCTION SHALL BE IN ACCORDANCE WITH SPECIFICATIONS.
8. W.T. BULKHEADS AND DETAILS ARE SYMMETRICAL ABOUT BULKHEAD UNLESS OTHERWISE SHOWN.

9. LOCATE TO FIT DURING ASSEMBLY WITH FOLDED MAST 0320000110
10. LOCATE PADS RELATIVE TO ONE ANOTHER WITHIN TOLERANCES SPECIFIED.
11. PREPARE AND PAINT ALL EXTERIOR ALUMINUM SURFACES 18" ABOVE BULKHEAD BASELINE THREADS AND SEALING SURFACES IAW SPEC. NDBC-5017
12. SECURE HATCH IAW NDBC-8029.
13. PIECE MARK ITEM 27 FOR HOLE LOCATION USED 7/16" DRILL FOR 3/8 HOLE.
14. CHAMFER 45° x .25 TYP. BOTH ENDS.
15. ITEM MAY BE ASSEMBLED UP TO 6 PICES AROUND THE PERIMETER WITH FULL PENETRATION WELDS AT ALL SEAMS.
16. ROLL TO UNIFORM 12000 INSIDE Ø MINIMIZING FLARE OF FLANGES; SEAL JOINTS WITH FULL PENETRATION WELD OF BOTH FLANGES AND WEB.
17. KNIFE EDGE SHALL BE SMOOTH AND CONTINUOUS FREE OF SCRATCHES, GOUGES, PAINT, WELD SPLATTER OR OTHER DEFECTS.

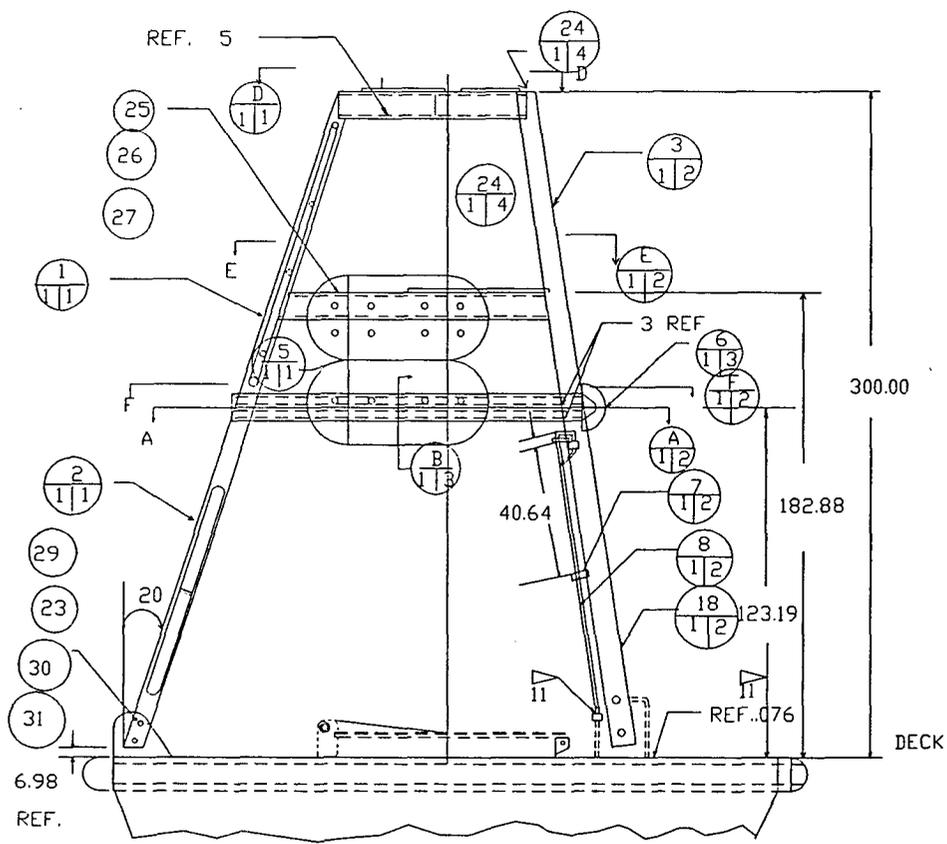


## Appendix B

### 3 Meter Discus Buoy Master Structure



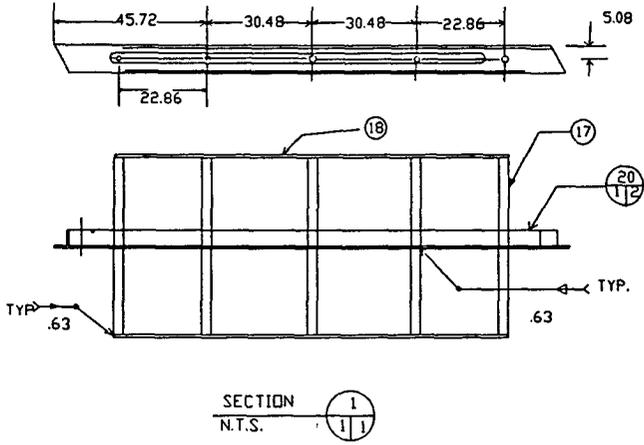




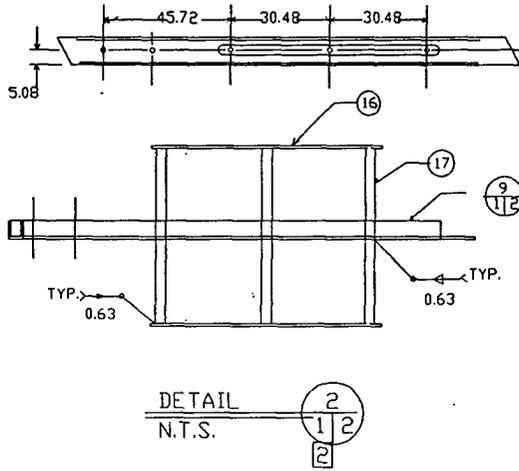
MAST PROFILE

N.Y.S.

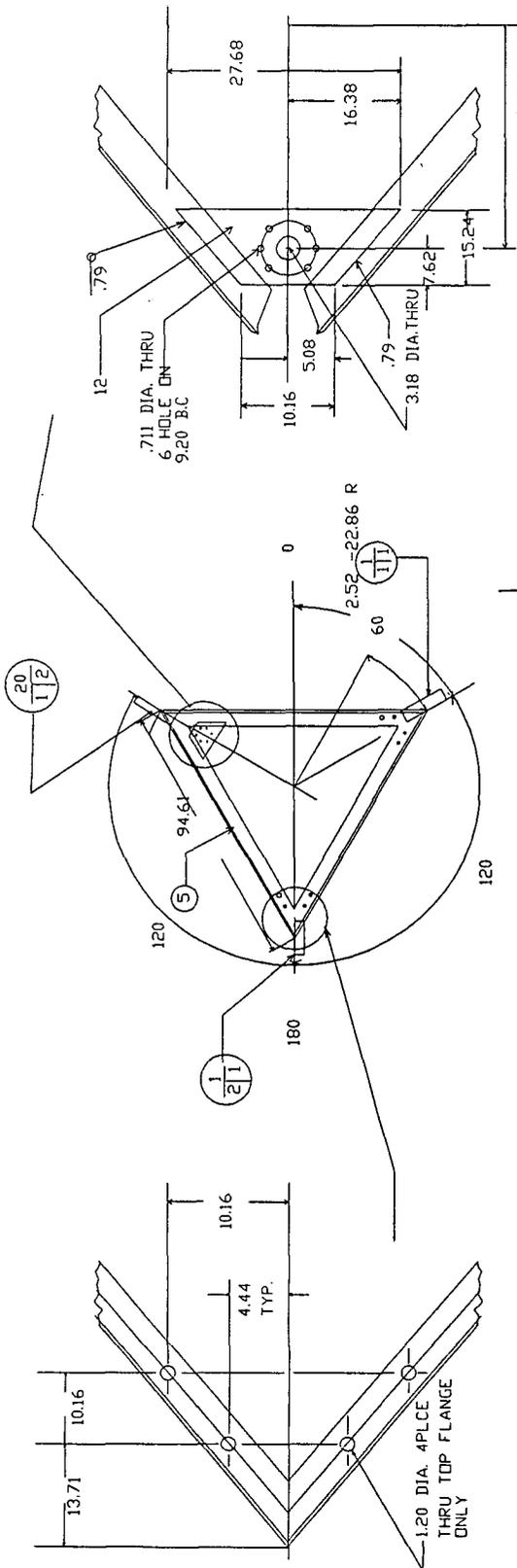
I



A



E

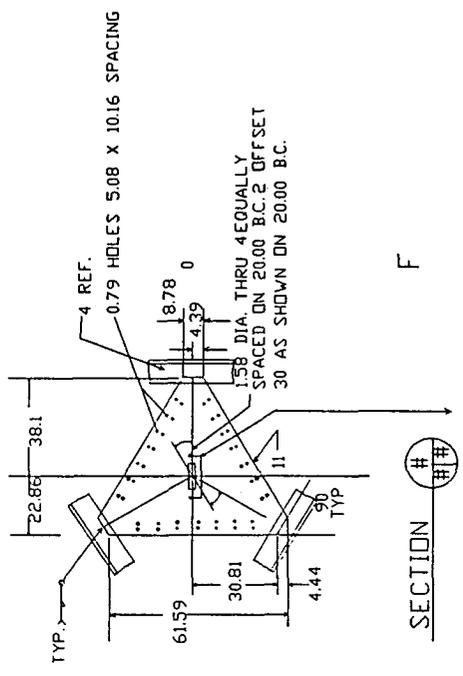


TYP. 2 PL

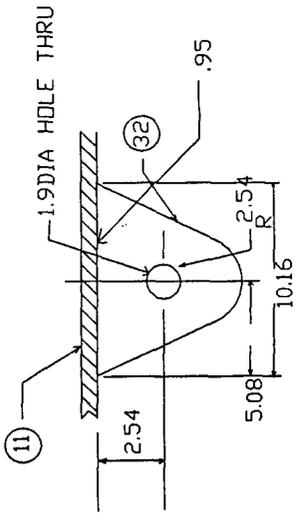
B

SECTION D  
N.T.S.

C

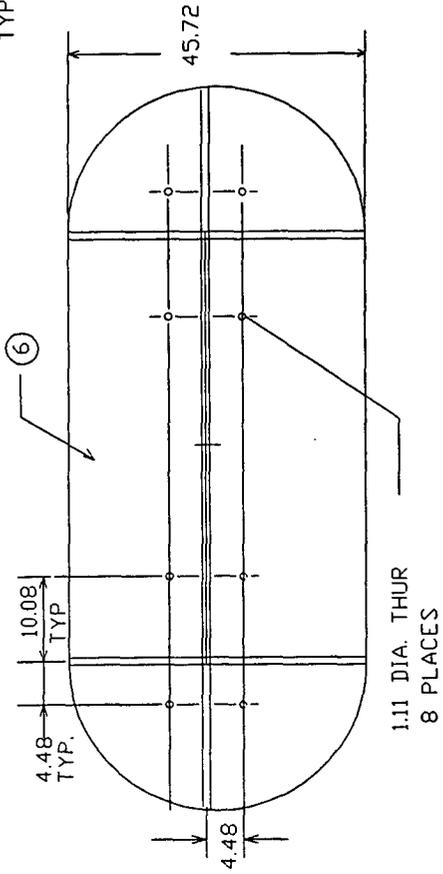
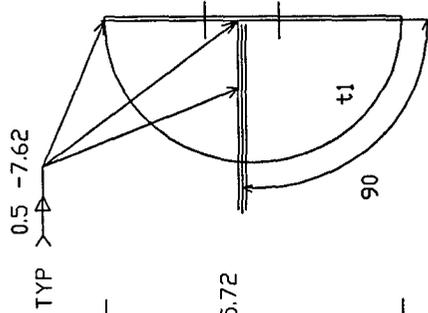
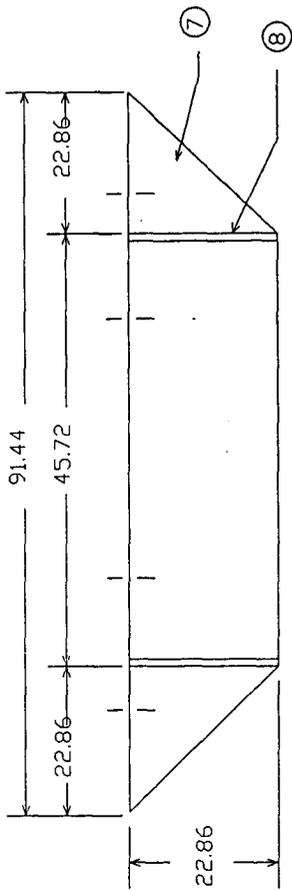


F



G

E



DETAIL 5 / 11

## NOTES:

1

- 2 ALL HARDWARE SPECIFIED AS 316 ALLOY SST. TO BE IMPRESSION STAMPED "316"
- 3 DO NOT PAINT ITEM 45
- 4 DIMENSIONS SHOWN IN FIELD OF DRAWING AND IN THE BILL OF MATERIAL REFLECT FINISHED PRODUCT SIZE AND SHOULD BE USED FOR REFERENCE ONLY.
- 5 BREAK ALL SHARP EDGES AND DEBUR FOR ALL EXPOSED WORK.
- 6 ALL WELDING OF AL. SHALL BE IN ACCORDANCE WITH CDB SPECIFICATION W47.2 1988
7. PREPARE AND PAINT ALL EXTERIOR ALUM. SURFACES
- 8 DIMENSIONS LOCATING MOUNTING HOLES ARE NOMINAL ESTABLISH ACTUAL HOLE LOCATION BY MOUNTING LOWER MAST TO HULL SO AS TO ACHIEVE 123.19 DIMENSIONS ABOVE DECK LEVEL AND MATCH DRILL
- 9 DEND AND DRILL 9 AFTER FIT OF MAST. BUOY HULL AND ITEM 11
- 10 ROUND EXPOSED CORNERS. 25R
- 11 USE TEFLON TAPE ON PIPE THERADS.

## Appendix C

Photos of buoy(KORDI)



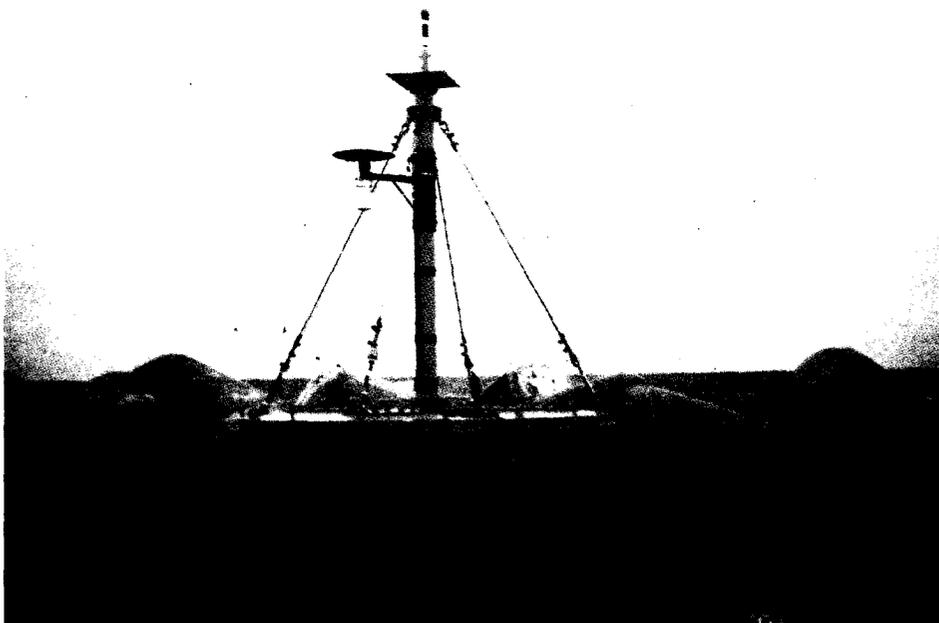


Photo. C.1. Buoy on land and in water



Photo. C.2. Preparation of buoy deployment

## Appendix D

Photos of buoy system ( Japan )



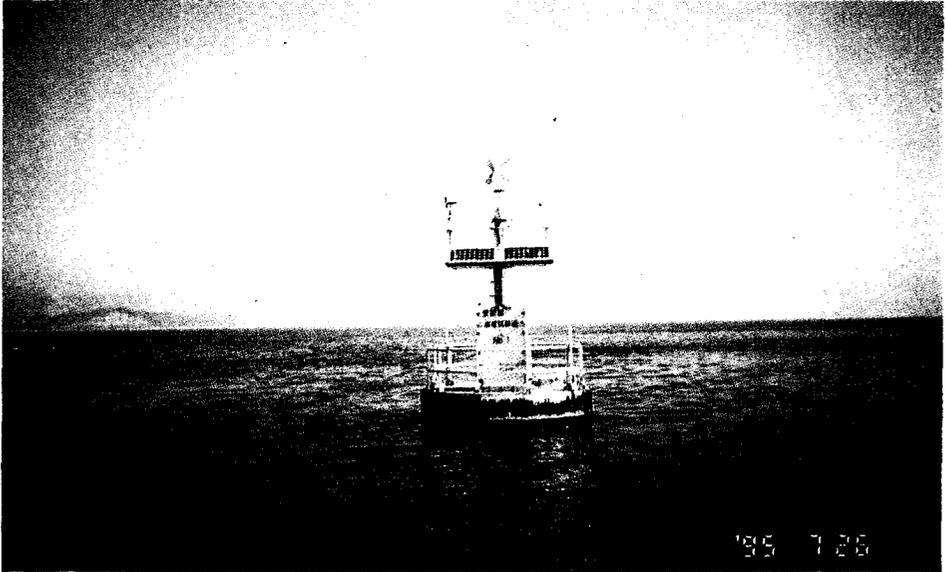


Photo. D.1. Buoy in water



Photo. D.2. Buoy data processor unit boxes

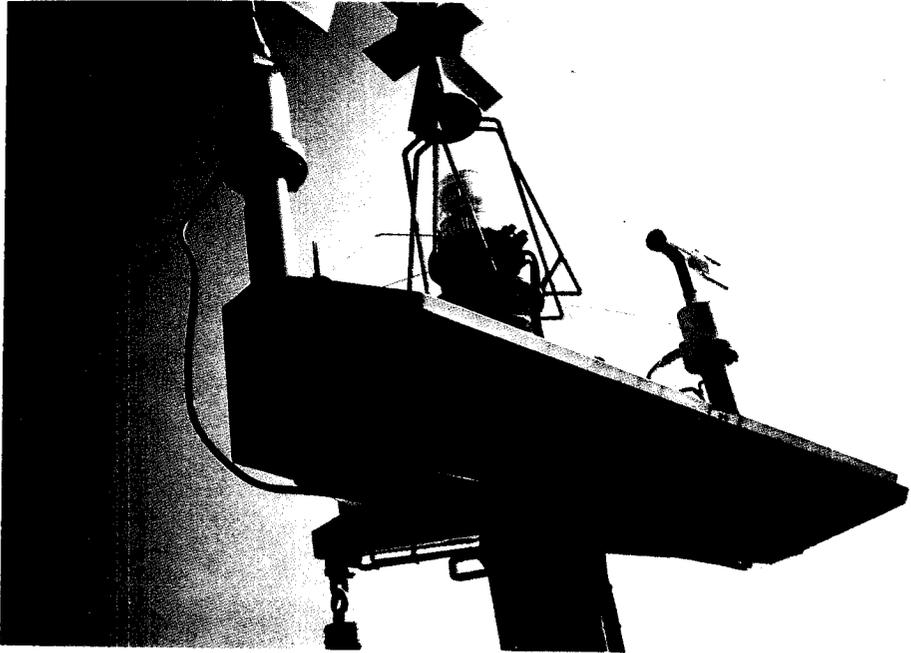


Photo. D.3. Sensors of buoy master

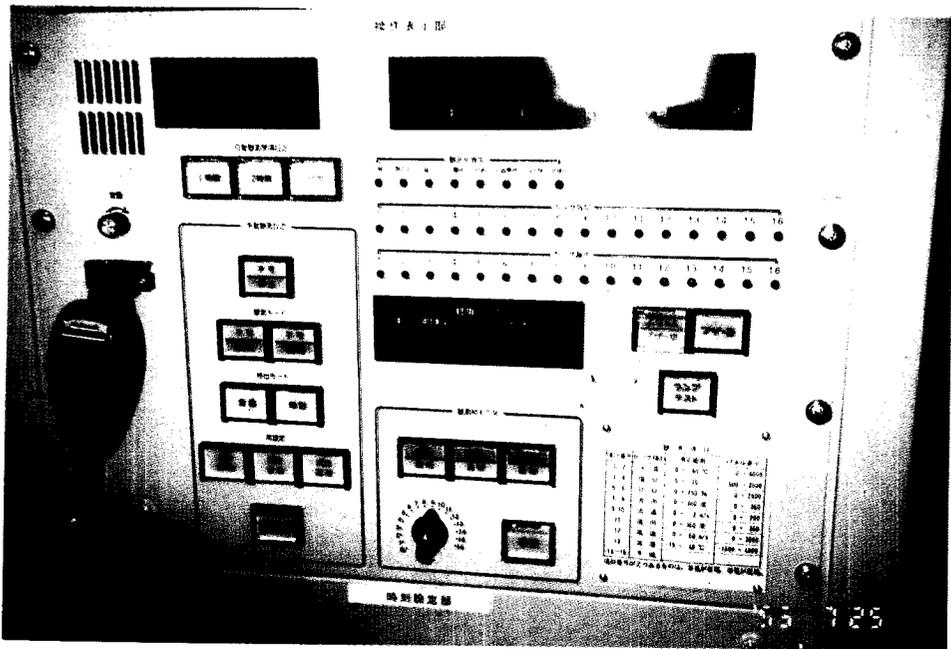


Photo. D.4. Control panel of receiving station

## Appendix E

Photos of buoy system (Canada)



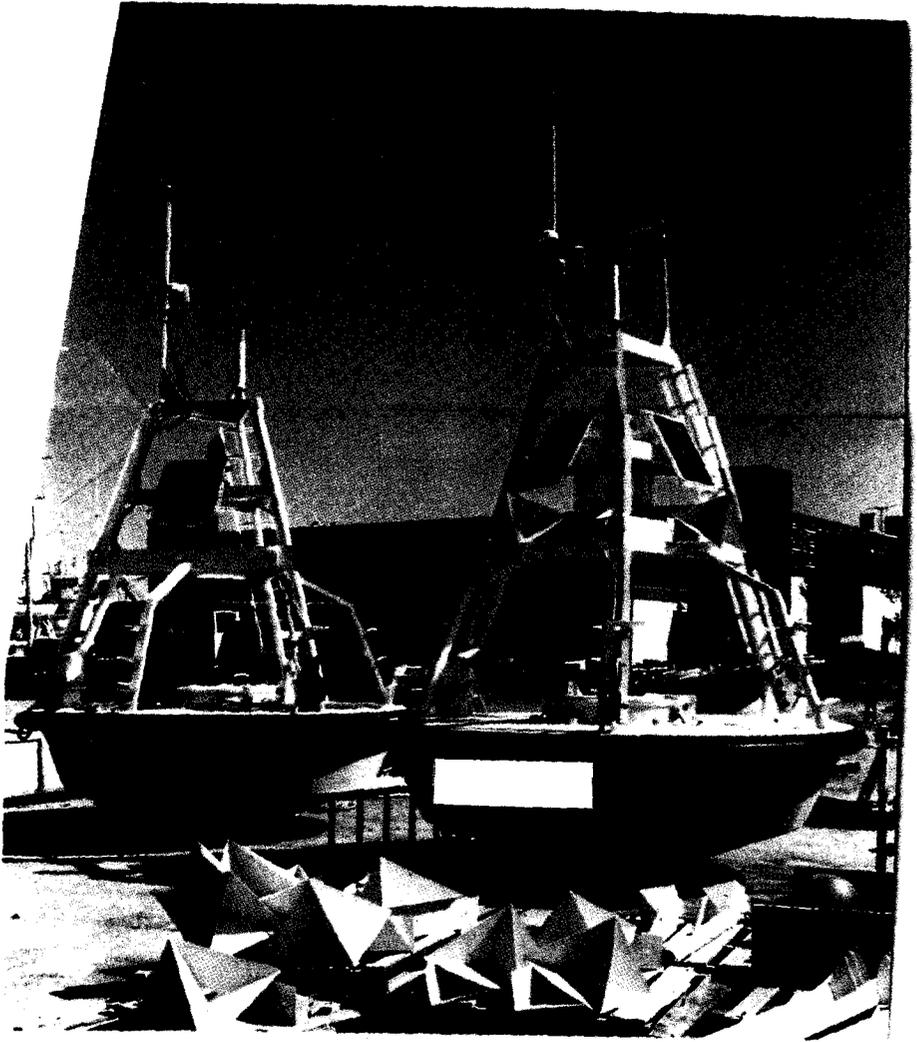


Photo. E. 1. Meteorological buoy

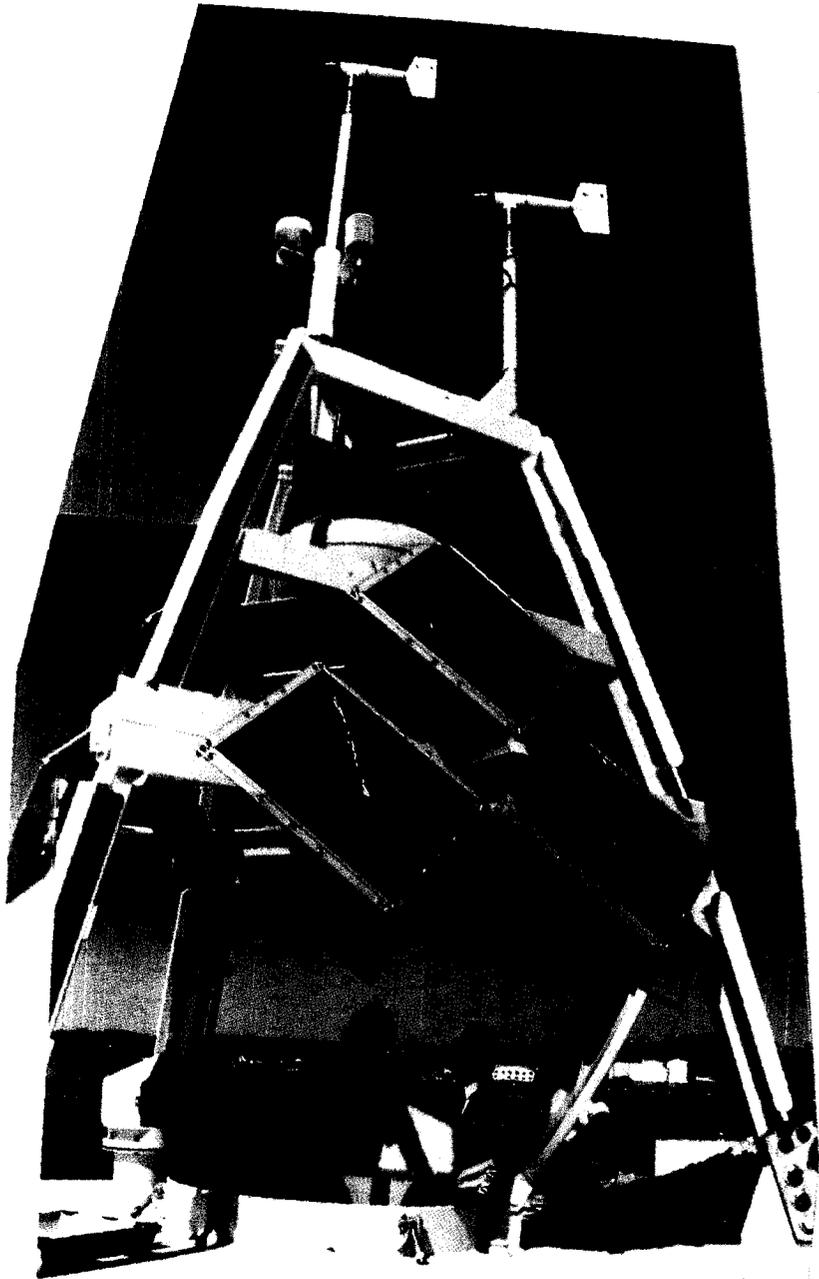


Photo. E. 2. Master of meteorological buoy