

# T-S Bridge 개발 연구

A Study on the Development for the  
Temperature and Salinity Bridge

1993. 6

한국해양연구소

## 제 출 문

한국해양연구소장 귀하

본 연구서를 “ T - S Bridge 개발 연구 ” 에 관한 연구 보고서로

제출 합니다.

1993년 6월 일

한국해양연구소

연구책임자 : 전 호 경

연 구 원 : 윤 지 원

함 석 현

박 동 원

황 근 춘

어 영 상

# 요 약 문

## I 제목 : T - S Bridge 개발 연구

## II 연구개발의 필요성

- 해양조사의 기본적인 요소계측기술을 확보
- 해양계측 장비의 국산화 추진에 기여
- C T D 개발을 위한 자료 확보 및 기술축적
- 수온 및 염분도 분야의 검교정 기술 향상

## III 연구개발 내용

- 고정.이동 겸용의 온도및 염분도 계측장치 제작
- Personal Computer 를 통한 실시간의 자료획득및 처리기술 개발
- Microprocessor 를 이용한 A/D Conversion data 접속

## IV 연구결과 및 활용에 대한 건의

- Temperature Bridge 와 Salinometer 겸용의 측정기로 활용
- 휴대용 계측기로 조사 현장에서 사용
- C T D 개발의 기초 자료로 활용



# ABSTRACT

## I. Title

A Study on the Development for the Temperature and Salinity Bridge

## II. Object and Significance

- Secure the measurement technique of important factor on ocean research
- Drive the localization for the ocean research equipment
- Compile and accumulate the data for the C T D to be developed in near further
- Improvement of the technique for the adjustment and calibration in field of oceanographic instrument

## III. Contents

- Fabrication of the measuring instrument for the temperature and salinity
- Improvement of the data acquisition and processing technique by a personal computer
- Interfacing with the microprocessor between A/D Converter and personal computer

#### IV. Applications

- To be used with combined measuring instrument in laboratory instead of the temperature bridge and the salinometer.
- To be utilized in the site as a portable instrument
- To be utilized with a test model for the development of C T D system.

## 목 차

제출문	-----	1
요약문	-----	3
영문 요약문	-----	5
그림 목차	-----	9
표 목차	-----	10
사진 목차	-----	11
제 1 장 서론	-----	13
제 2 장 기본구성 및 특성	-----	15
제 1 절 기본구성	-----	15
제 2 절 센서의 구성 및 특성	-----	15
1) 온도	-----	15
2) 전기 전도도	-----	18
제 3 장 재료 및 개발방법	-----	19
1) 센서 접속부분	-----	19
2) 전원 부분	-----	26
3) Clock 회로부분	-----	26
4) A/D Converter 회로부분	-----	29

제 2 절 주요 부품의 선정과 적용회로-----	35
1) A/D Converter, MAX170 -----	35
2) Microprocessor, 87C51-FA -----	35
3) P/C Interface, MAX232 -----	40
4) 수정발진회로-----	41
5) Edge 검출회로 -----	41
제 3 절 회로실험 -----	43
1) 실험 방법 -----	43
2) 실험 순서 -----	43
제 4 절 회로기판 및 Board 제작 -----	44
제 5 절 Data Aquisition Software -----	49
제 4 장 결론 및 토의 -----	54
참고문헌 -----	55
부록 -----	56

## 그림목차

그림 1.	기본구성도 -----	16
그림 2.	온도대 저항체 특성비교-----	17
그림 3.	전기전도도 센서구조 -----	18
그림 4.	온도변화에 따른 저항및 A/D 변환관계-----	21
그림 5.	온도 센서 접속회로 -----	22
그림 6.	전기전도도 센서 접속회로(발진부)-----	24
그림 7.	전기전도도 센서 접속회로 (변환부)-----	25
그림 8.	전원부 회로 -----	27
그림 9.	Clock회로 -----	28
그림 10.	신호변환 계통도 -----	30
그림 11.	Serial Data Format-----	32
그림 12.	A/D Convection 회로-----	34
그림 13.	87C51-FA Pin Connection -----	36
그림 14.	A/D Converter Functional Diag-----	37
그림 15.	A/D Converter Timming Diag-----	38
그림 16.	A/D Converter 변환특성 -----	39
그림 17.	MAX232 구조및 핀 배치 -----	40
그림 18.	수정발진 회로 -----	41
그림 19.	Edge 검출 회로 -----	42

## 표 목차

표 1.	온도변화에 따른 저항및 A/D 변환값-----	20
표 2.	전기 전도도변화에 따른 A/D 변환값-----	23
표 3.	변환속도에 따른 A/D 변환 제방식 -----	33

## 사진 목차

사진 1.	센서부 -----	45
사진 2.	전원 회로부 -----	45
사진 3.	센서 회로부 (온도) -----	46
사진 4.	센서 회로부 (염분도)-----	46
사진 5.	주 회로부 -----	47
사진 6.	T-S Bridge 본체 -----	48



## 제 1 장 서 론

무한한 가능성과 잠재력을 가지고 있는 해양을 개발하고자 세계 각국은 많은 노력을 기울이고 있는 실정이다. 이러한 시점에 삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라의 지리적 환경을 적극 활용하여 풍부한 해양및 해저자원을 개발하기 위해서는 해양조사의 기술 향상이 요구되고 있다.

우리나라의 경우 정확하고 효율적인 해양조사와 해양개발 사업 수행에 수반되는 여러종류의 해양 관측기기들이 아직도 그의 전량을 수입에 의존하고 있는 실정이며 이를 개발하기 위한 여러가지 기술기반이 취약한 실정에서 해양기기의 개발을 통해 첨단기술을 확보 하고 특수 복합적인 해양 산업을 활성화 하기 위해서는 해양조사 장비의 꾸준한 개발과 국산화에 많은 관심과 노력을 기울여 나가도록 해야할 것이다.

본 연구에서는 해양이 가지고 있는 무한한 자원을 획득 하거나 그 잠재력을 향상 시키기 위한 해양 물리조사에서 해수의 3대 파라메타인 염분도, 수온 수심의 자료를 현장에서 기록분석 하거나 실험실에서의 분석을 통해 정확한 해양관측에 이용될 수 있는 T-S Bridge 개발에 그 목적이 있으며 이외에 부가 가치가 높고 특수 복합적인 해양기장비의 국산화 개발을 선도하는 의미 또한 크다고 할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 앞으로 종합적인 해양장비의 국산화 개발 계획을 수립 추진할 경우 심해용 CTD, X-BT, 해류계 등 해양물리 분야의 장비개발의 기초로 응용 될수 있도록 센서부, Clock회로부, A/D변환부, 시리얼출력 변환부등으로 구분하여 설계되었으며 사용된 부품들도 국산화에 대비해 시중구매가 용이한 부품들로 선정하였다.

마지막으로 고려한 사항은 현장 또는 좁은 공간에서 취급이 용이 하도록 기기의 규격을 최소화 하기 위한 방향으로 부품을 선정하는 하였으며 회로 기판 제작 그리고 사용할 장소등을 고려하여 견고하게 제작 되도록 하였다.

## 제 2 장 기본구성 및 특성

### 제 1 절 기본구성

T - S Bridge 는 수온( Temperature ) 과 염분도( Salinity )를 현장 또는 실험실에서 측정하고 그 자료를 Personal Computer를 이용하여, 자료의 기록 및 분석을 할수 있으며 구성은 그림 1 과 같이 전원부분, 센서부분, 센서 접속부분, A/D변환부분, 시리얼 출력변환 부분을 거쳐 RS-232C 를 통해 퍼스널 컴퓨터에 연결되도록 되었고 인터페이스 처리를 통해 디지털 수치정보를 받을수 있도록 구성되어 있다. 본 장치는 기본적으로 수온과 염분도 계측을 위해 2개의 채널만을 사용하고 있으나 필요시 8개 채널까지 확장할수 있도록 설계되어 있다. 아날로그 입력자료들은 실시간 디지털출력으로 변환되어 컴퓨터 자료로서 활용할수 있다.

### 제 2 절 센서의 구성및 특성

성능이 우수한 백금측은 저항 온도센서와 전기 전도도 센서를 활용하기 위하여 본 장치에서는 이를 조합하여 센서부를 사진 1. 과 같이 플라스틱 케이스로 별도로 제작하여 사용 하였다.

#### 1) 온도

온도는 직접 측정될수 없는 물리량 이므로 온도를 측정하기 위해서는 온도의 변화에 따른 물질의 물리적 변화 즉 기체의 압력이나 금속의 전기 저항등을 측정 함으로써 온도를 계측할수 있다. 본 장치에 사용된 온도 센서는 고순도의 백금선을 사용한 백금측은 저항체로서 현재 사용중인 동, 니켈등 측은저항체 중에서 가장 순도를높게할수 있다 따라서 저항-온도 특성이 동,니켈 텅스텐과 Thermister등 다른 센서에 비해 대단히 리니어 하기 때문에 공업계측등 정밀측온에 가장 많이 사용되는 것으로 특수한 구조로 가공하여 국제실용 표준온도계로도 사용하고 있다.

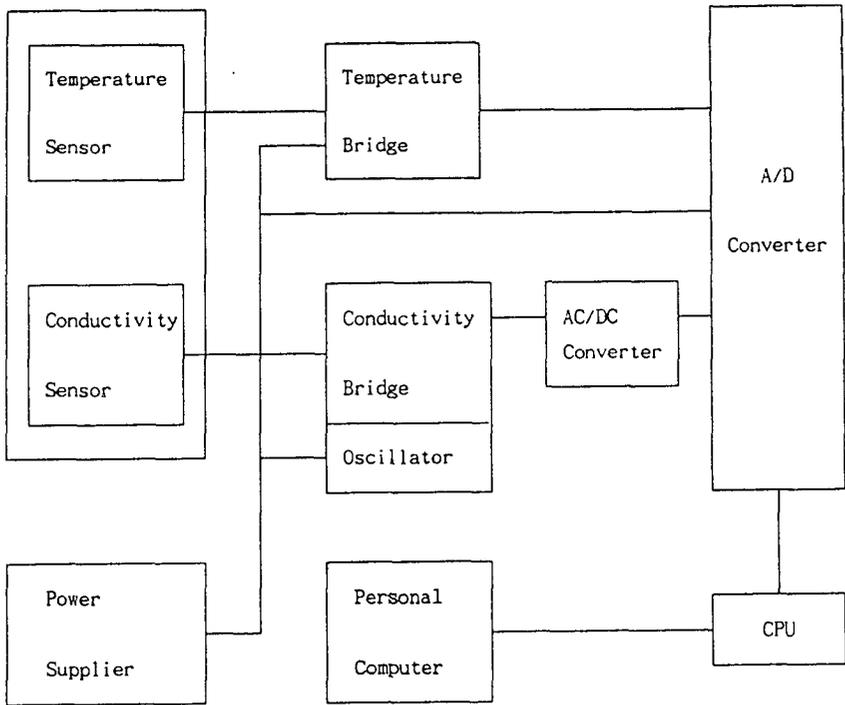


그림 1. 기본 구성도

그림 2.는측온체로 사용되고 있는 여러가지 금속(백금, 구리, 니켈, 텅스텐, 서미스트)에 대한 온도 대 저항 곡선으로 금속의 저항은 온도 증가에 따라 증가되나 반도체인 써미스터 저항은 감소됨을 알수있으며 이를 관계식으로 나타내면 다음과 같이 된다.

$$R(t) = R(0)[ 1 + at + bt + ct + \dots ]$$

여기서  $R(0) = 0 \cdot C$ 일때의 저항(Ohm)

$R(t) = t \cdot C$  일때의 저항(Ohm)

$a =$  저항의 온도계수(Ohm/Ohm  $\cdot$  C)

$b, c =$  교정하여 계산되는 계수이다

한편 아래와 같은 백금측은 저항체의 온도 계산공식에서 적용되는 기울기 a의 값은 0°C에서 100°C 온도 사이의 평균 기울기로 0.003925보다 크거나 같은것이 표준형 저항체가 된다

$$t = \frac{1}{a} \left( \frac{R(t)}{R(0)} - 1 \right) + q \left( \frac{t}{100} \right) \left( \frac{t}{100} - 1 \right)$$

여기서 t = 온도 (0°C)

R(t) = t°C때의 저항(Ohm)

R(0) = 0°C때의 저항(Ohm)

a = 상수(온도-저항 곡선의 선형성과 관련)

q = 상수(약 1.50) 이다.

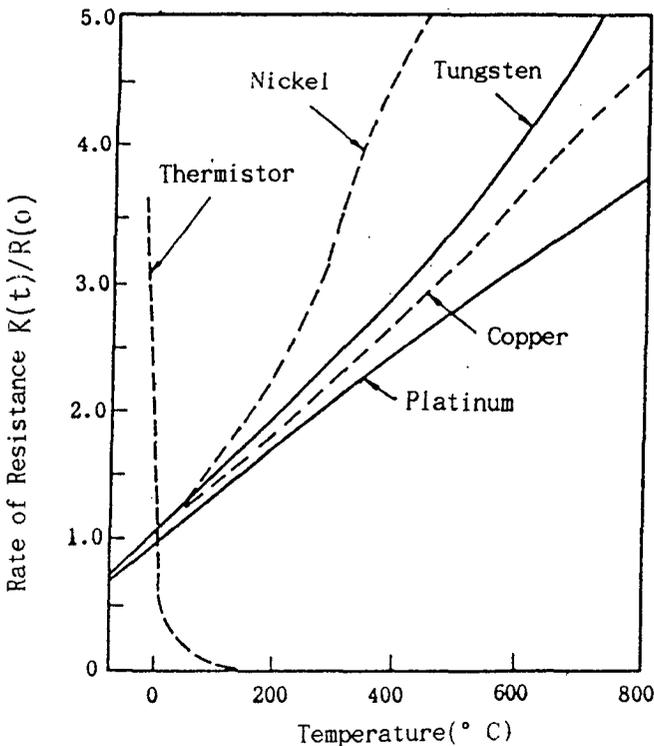


그림 2. 온도 대 저항체 특성 비교

## 2) 전기 전도도

전기 전도도 센서는 Electrode Cell type 과 Inductive Cell type 2가지 종류가 주로 사용되고 있는데 전극형은 전기 전도도가 전류와 전압의 비교를 통해 측정됨으로 2개 또는 4개의 전극을 이용하여 측정하는 방법이며 전자유도형은 전자 유도 현상을 이용하는 것으로 1차 코일과 2차코일 사이를 측정용액 으로 채웠을때 1차 코일의 도전율에 비례하는 전류가 흐르게 되며 2차 코일측에도 측정용액의 도전율에 따른 전압이 유도 됨으로 전기 전도도를 측정할 수 있는것이다.

본 시스템에 사용된 전기 전도도 센서는 Electrode Cell type 으로 일본 동아전파사의 CV-1015를 사용 하였는데 센서의 모양은 그림 3. 과 같다

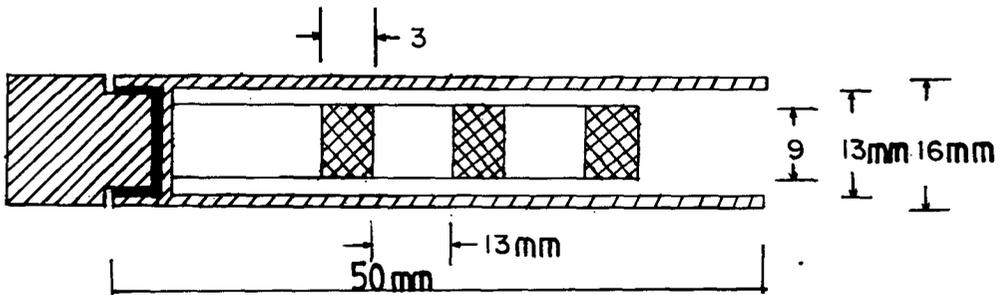


그림3. 전기 전도도 센서구조

## 제 3 장 재료및 개발방법

### 제 1 절 회로설계

#### 1) 센서 접속부분

여러가지 물리적인 변화량을 감지한후 이를 전기량으로 변환시키기 위해 사용되는 부분이 센서 인터페이스 장치인데 여기서는 온도와 전기 전도도 접속을 위해 2개의 센서 접속부분이 설계 제작 되었다. 센서 접속부의 출력은 여러가지 형태의 아날로그 출력 (전압, 전류, 주파수, 싱크로 등)으로 만들어질 수 있으나 아날로그-디지털 변환장치의 비교방식 등을 고려하여 대부분의 경우 DC 출력으로 접속하고 있다. 본 장치에 사용된 2개의 센서 인터페이스 출력 또한 DC 출력으로 변환되어 있으며 아날로그-디지털 변환 장치의 기준전압을 고려하여 0V - 5V의 전압변환 범위가 되도록 설계, 제작 되었다.

#### 가. 온도

온도센서로 사용된 백금측은 저항체는 온도변화에 따라 저항값이 변하는 것을 이용한것으로 0°C에서 공칭 저항이 1000hm인 PT100형을 사용하였다. 측정방법은 그림4. 온도센서 접속회로에서 보는바와 같이 측온 저항체와 고정저항을 이용하여 브리지회로를 구성하고 양단에 12(V)의 정전압을 가하였으며 기본 브리지회로의 차단에 증폭회로를 설치하여 온도 1°C 변화에 100mV 의 전압 차이를 만들어 측정할 수 있도록 하였는데 측정범위를 50°C 까지로 하여 A/D Converter의 변환 기준전압인 5V가 측정범위의 최대 범위가 될 수 있도록 조정 하였다.

회로에서는 측정 브릿지회로(2U1), 비반전 증폭회로(2U2)외에 정궤환에 의한 리니어라이즈 회로를 추가 함으로서 약 2%인 측온저항체의 비직선 오차를 0.1%까지 줄일 수 있도록 하고 있으며 영점조정 스위치로는 온도가 0 °C일때 출력전압을 0V로 조정할 수 있게하고 최대 측정범위를 스펜 조정용 스위치로 조정할수 있도록 하여 측정 정도를 보다 향상 시킬수 있도록 하고 있다.

실험에 의한 온도와 A/D 변환값과의 관계는 표.1과 그림4.에 자세히 기록하였다.

Temperature [ °C ]	Resistance [ Ohm ]	A/D Value [실측치 N]	A/D Value [계산치 N]	오차 [ N ]
0	100.00	0	0	
5	101.99	323	350	-27
10	103.97	681	700	-19
15	105.95	936	1050	-114
20	107.93	1342	1400	-58
25	109.91	1784	1750	+34
30	111.88	2138	2100	+38
35	113.85	2457	2450	+7
40	115.81	2768	2800	-32
45	117.77	3131	3150	-19
50	119.73	3564	3500	+64

표 1. 온도변화에 따른 저항및 A/D 변환값

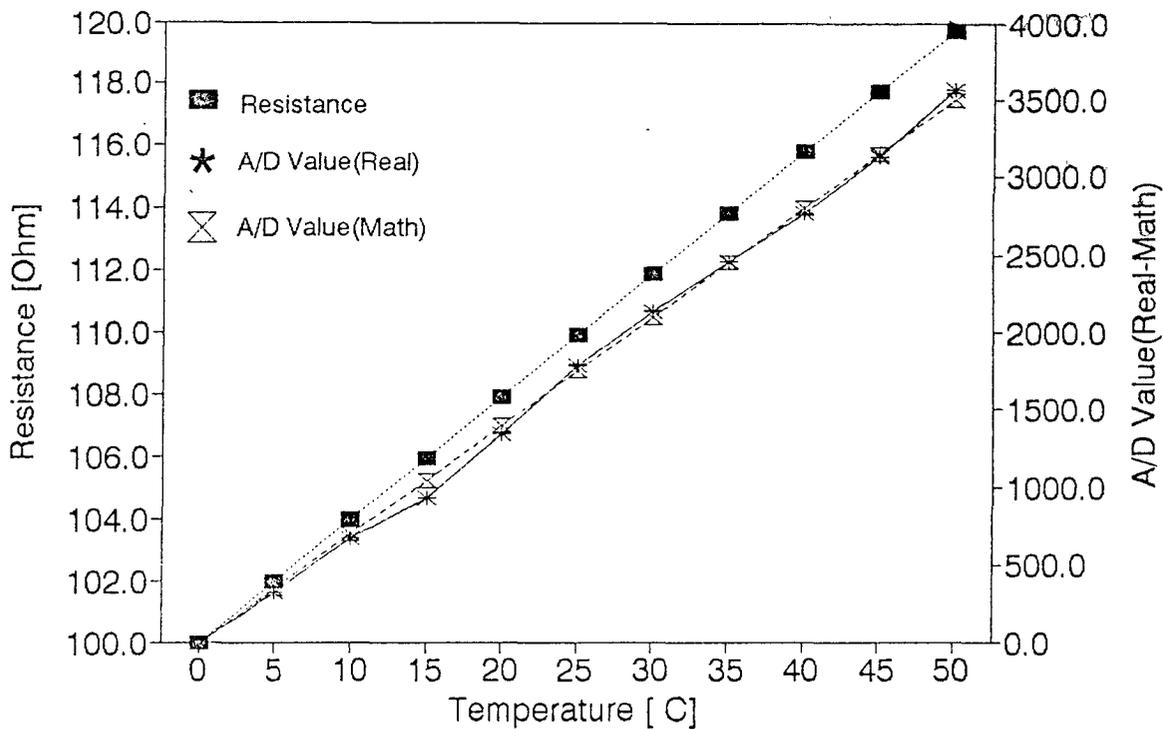
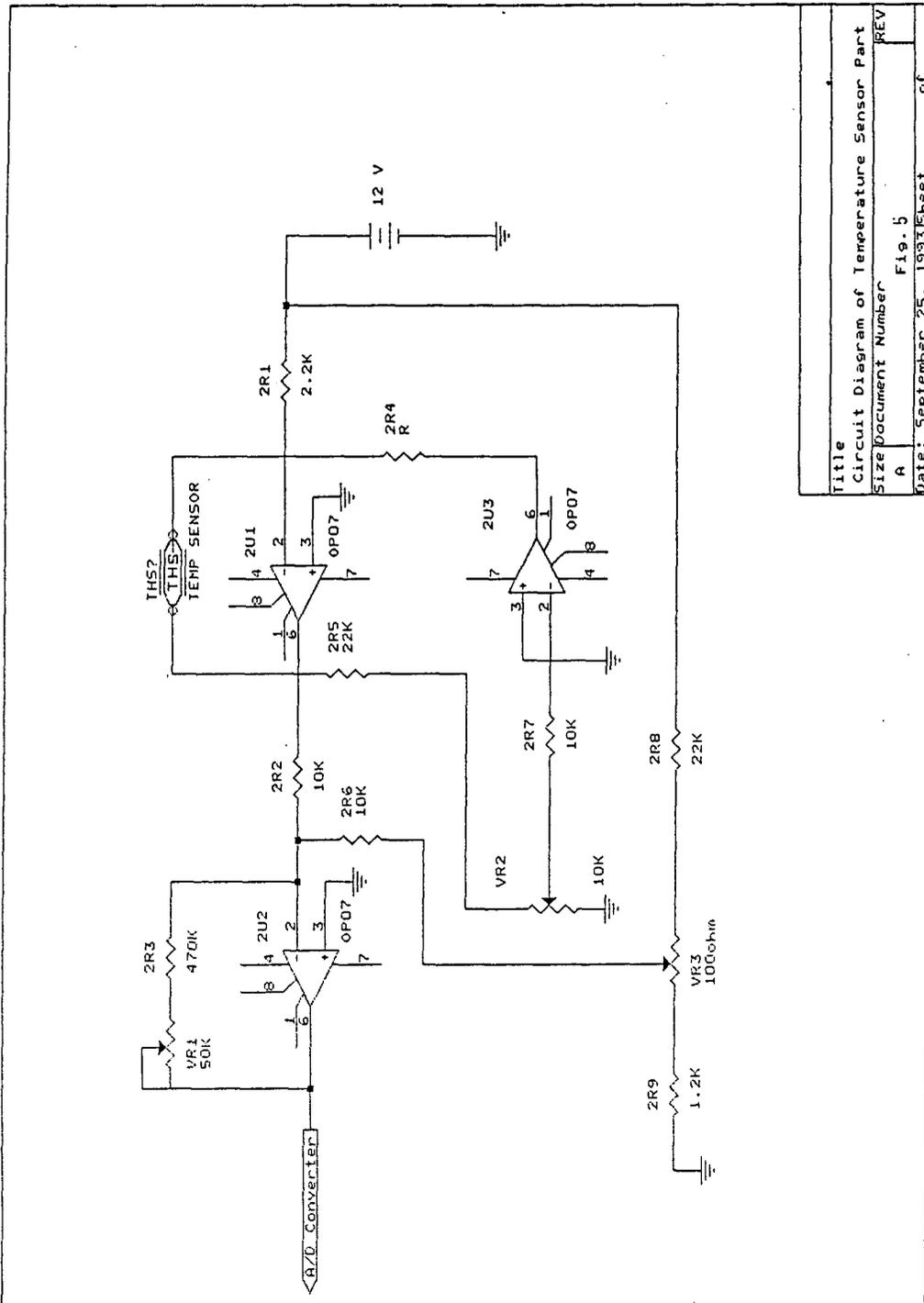


Fig4. Relationship curve of temperature, resistance and A/D converter



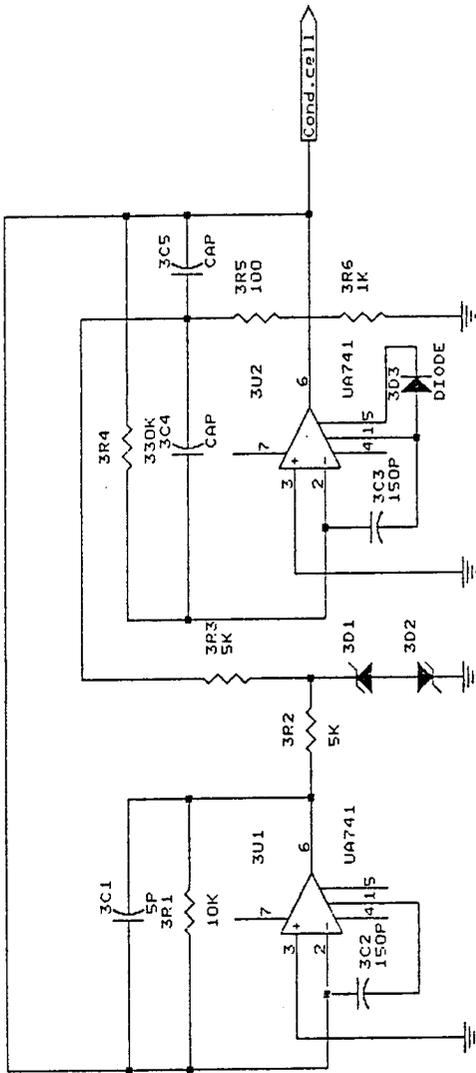
Title  
 Circuit Diagram of Temperature Sensor Part  
 Size Document Number  
 A Fig. 5  
 Date: September 25, 1973 Sheet of

## 나. 전기전도도

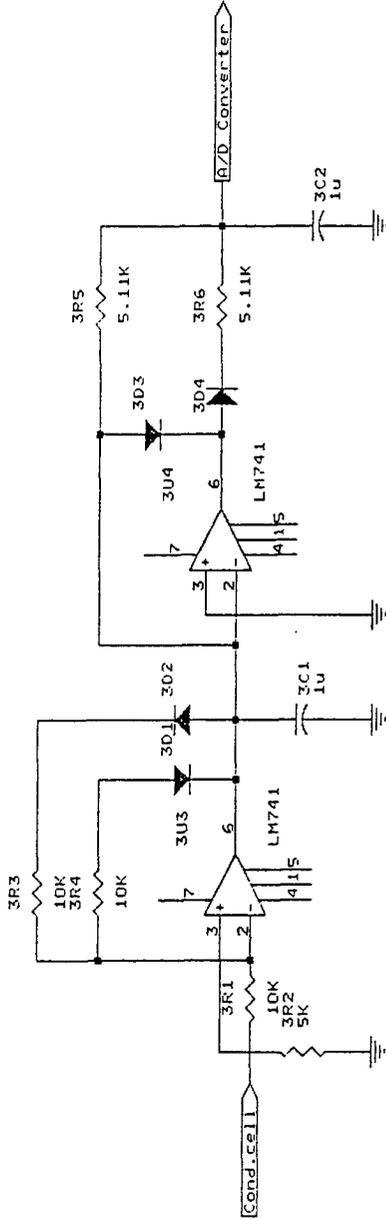
본장치에 사용된 전기 전도도 센서는 앞서도 언급한 바와 같이 Electrode type 으로 그림 6.과 7.에서 보는바와 같이 백금전극에 교류전압을 인가하게 되면 해수의 도전율에 따른 전류가 흐르게 되며 이때의 전류량을 측정함으로써 전기전도도를 측정하는 방법을 사용하고 있다. 여기서 전원 발생부는 연산증폭기(3U1)을 사용한 발진회로에서 약 200Khz의 교류전원을 발생시키도록 하였고 전극 양단에 가해진후 해수의 도전율에 따라 양극을 통해 흐르는 전류는 전류-전압 변환회로를 통해 전류를 전압으로 변환시켰으며 정류회로를 사용하여 교류를 직류로 변환한후 A/D 변환회로에 연결하여 측정 하였다.

전기 전도도 [ mmho ]	A/D Value [실측치 N]	A/D Value [계산치 N]	오 차 [ N ]	비 고
0	24	0	+24	
10	398	409	-11	
20	803	818	-15	
30	1255	1227	+28	
40	1787	1636	+151	
50	2104	2045	+59	
60	2520	2454	+66	
70	2961	2863	+98	

표 2. 전기 전도도 변화에 따른 A/D 변환값



Title		Circuit Diag. of Oscillator part
Size	Document Number	Fig. 6
A		REV
Date:	September 25, 1993	Sheet of



Title		Circuit Diag. for Conductivity(Convention)	
Size	Document Number	Fig. 7	REV
A			
Date: September 25, 1993		Sheet	of

## 2) 전원부분

사용전원은 그림 8. 과같이 AC 110V를 입력전원으로 하며 내부적으로 변압기를 거치면서 AC 24(V)로 감압 시킨후 정류 브릿지(1D1)를 통해 전파 정류하여 직류 전원으로 변환되도록 하였으며 평활 콘덴서 Silicon Control Rectifier(SCR)을 사용하여 센서와 각 회로에서 필요로 하는 +15V, -15V, +12V, -12V, +5V가 공급되도록 하고 있으며 출력측에 증폭 TR을 연결하여 각각 약 3A 까지 출력 용량을 증가 시켰다.

한편 A/D Converter의 기준전압으로는 정전압 Voltage Reference(1U1)을 사용하여 전압변동에 관계없이 항상 일정한 전압 +5V가 공급되도록 하였다.

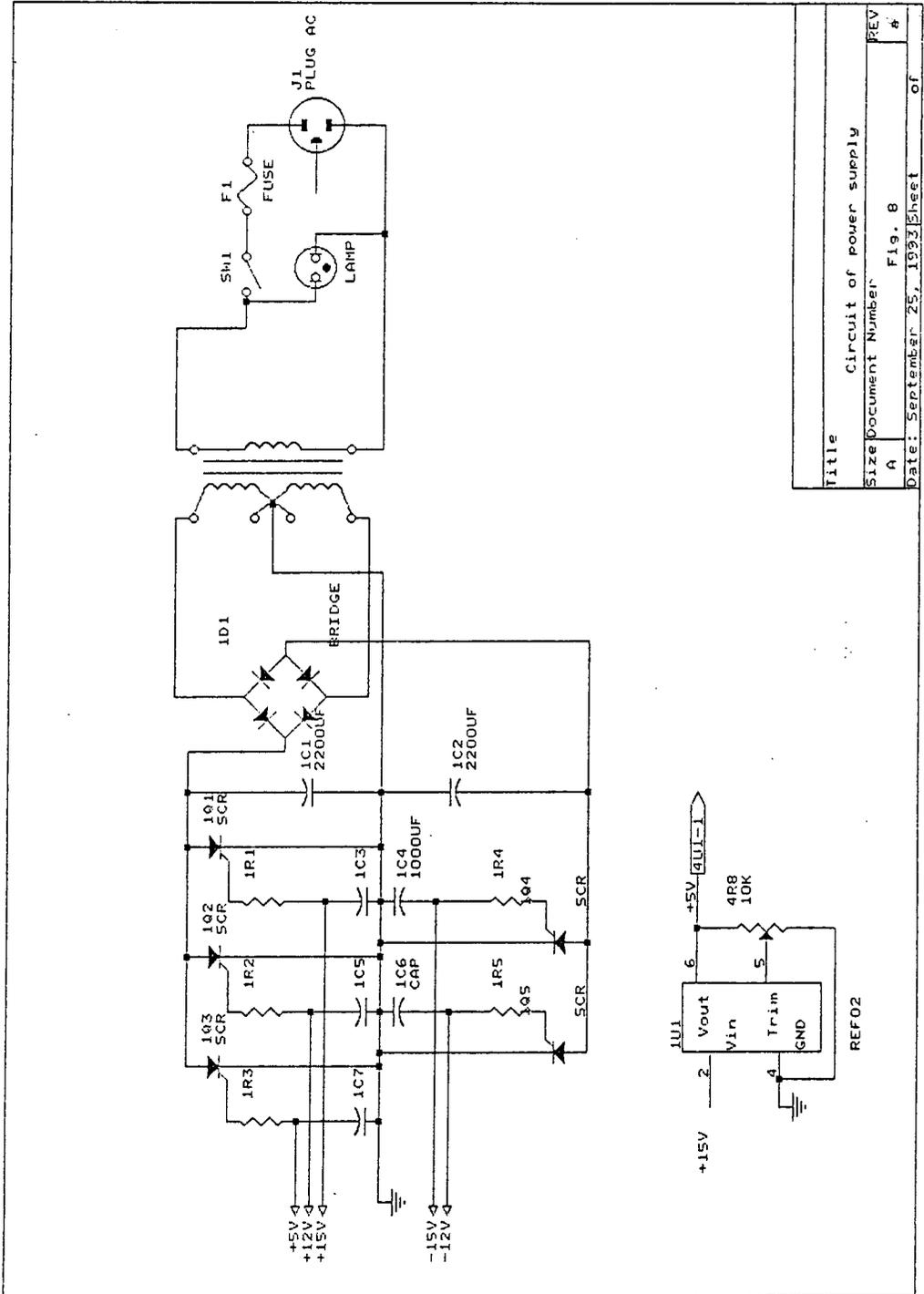
## 3) Clock 회로부분

Clock회로는 관측주기를 설정하는데 필요한 신호를 발생시키며 Parallel 신호를 Serial로 변환하여 전송하는데 요구되는 Clock Frequency를 제공 하며 계측채널 선택을 위한 Address신호발생을 위한 회로이다.

구성및 역할은 그림 9 에서 보는바와 같이 2.4576(MHz) Crystal 진동자와 정전용량이 33p와 5p인 2개의 콘덴서, Inverter IC 4069 , 3.3 M Ohm저항을 사용한 발진부와 Counter IC 4040을 사용한 분주회로, Dual Type Flip-Flop IC4013를 이용한 Address 신호발생 회로로 구성되어 있다.

따라서 발진주파수 2.4576MHz를 분주한 1200Hz출력은 A/D Converter의 Clock신호로 300Hz출력은 A/D Converter의 Start pulse발생용으로 사용 하였다. 관측주기는 입력채널수와 샘플링시간을 고려하고 Counter IC 출력을 그대로 이용하여 선택스위치에 연결하여 각 출력을 6.8초 54.6초 3.7분 14.7분 간격으로 선택하여 사용할수 있도록 하였다

아날로그 Multiplexer 상에서 채널선택을 위한 Address신호 발생회로는 BC D Up/Down Counter인 IC 4510을 사용하여 채널간격과 관측주기에 맞추어 입력토록 되어있는 A/D Converter의 변환개시 신호를 Clock신호로 사용 하였다.



Title		Circuit of power supply	
Size		Document Number	
A		Fig. 8	
Date: September 25, 1993		Sheet	of

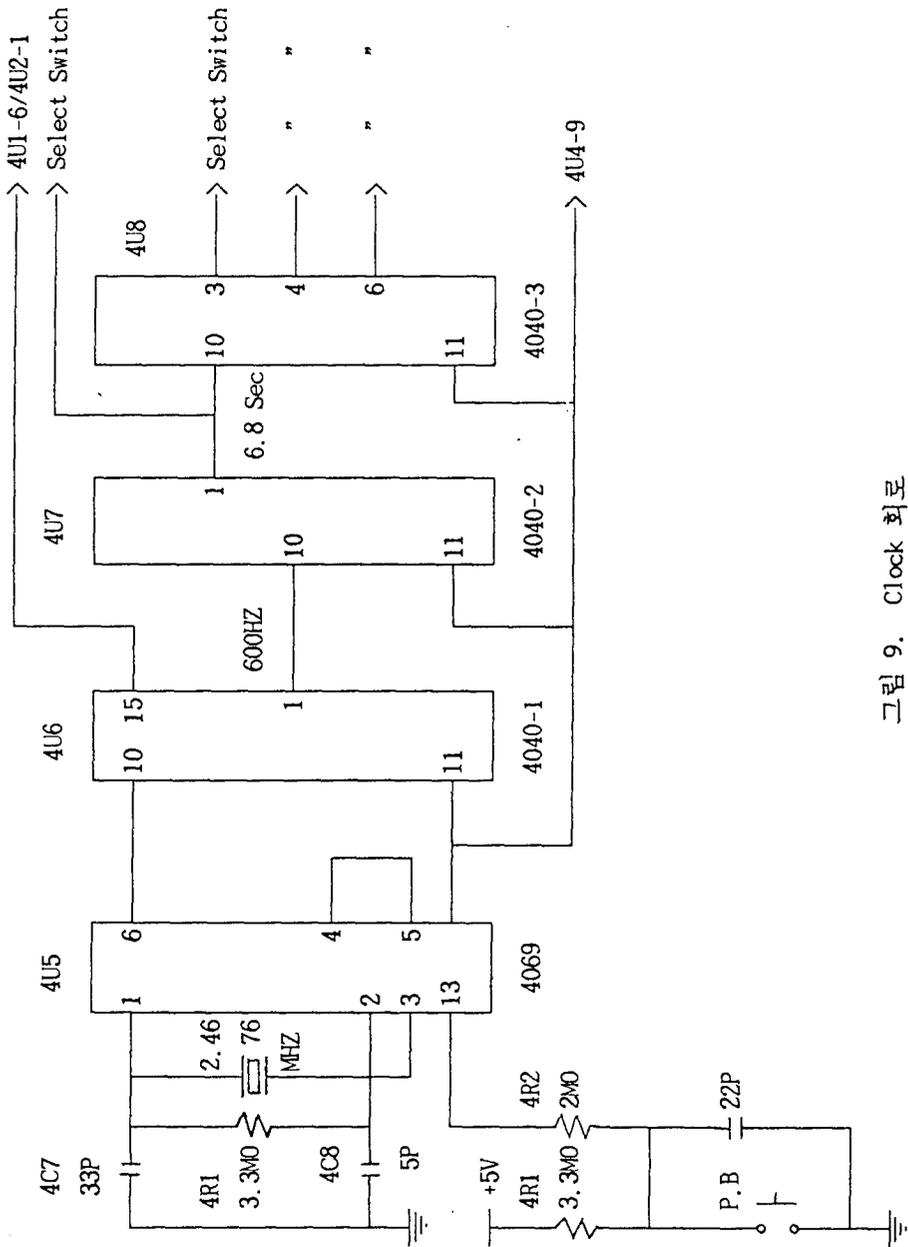


그림 9. Clock 회로

#### 4) A/D Converter 회로부분

A/D 신호변환은 센서에 검출된 물리적인 변화량을 전기적인 신호로 바꾸어 최종적으로 Computer에 입력시킬수 있는 형태로 신호를 변환 시키는 방법으로 그림 10.에 일반적인 A/D, D/A 신호변환도를 표시 하였다.

이 회로는 본 장치에 있어 가장 중심적인 역할을 하는 부분으로 센서로부터 들어오는 여러개의 아날로그 입력을 선택하고 아날로그 전기량을 관측 주기에 맞추어 디지털 값으로 변환시키는 역할을 하는 부분으로 그구성은 그림12.과같이 MAX170 A/D Converter, IC4051 8 channel analoge multiplexer IC 4510 BCD counter, IC 4013 Dual D type Flip Flop 등으로 구성 되어 있다.

A/D Converter는 여러가지 방식으로 구분되어 지는데 표 3. 은 변환속도에 따른 A/D Converter의 제 방식을 나타내 주고 있다.

여기서 사용된 MAX170은 12-bit 축차비교형 CMOS A/D Converter로서 그림 14.의 구성에서 보는바와 같이 Reference 전압으로 비교 전압을 만드는 12-bit D/A Converter, 입력전압과 A/D 출력을 비교하는 Comparator, 비교 결과를 기억해 두는 축차비교 레지스트( Successive Approxiation Register) 및 제어부로 구성되어 있다.

여기서는 미지의 아날로그 입력을 디지털 출력코드로 변환시키기 위해 중고속용 A/D Converter의 대표적인 변환방식인 축차 비교기술을 이용하고 있으며 변환개시 방법으로는 외부로부터의 신호 입력에의한 방법과 Self- Start Mod가 있으나 여기서는 외부입력에의 의해 변환이 되는 방법을 채택하여 회로를 구성 하였다.

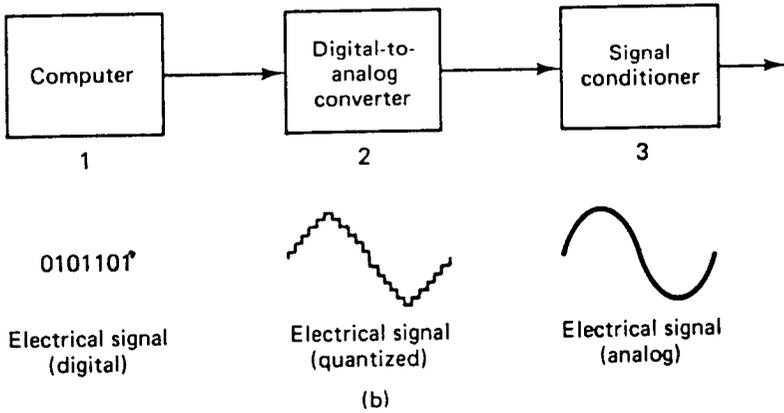
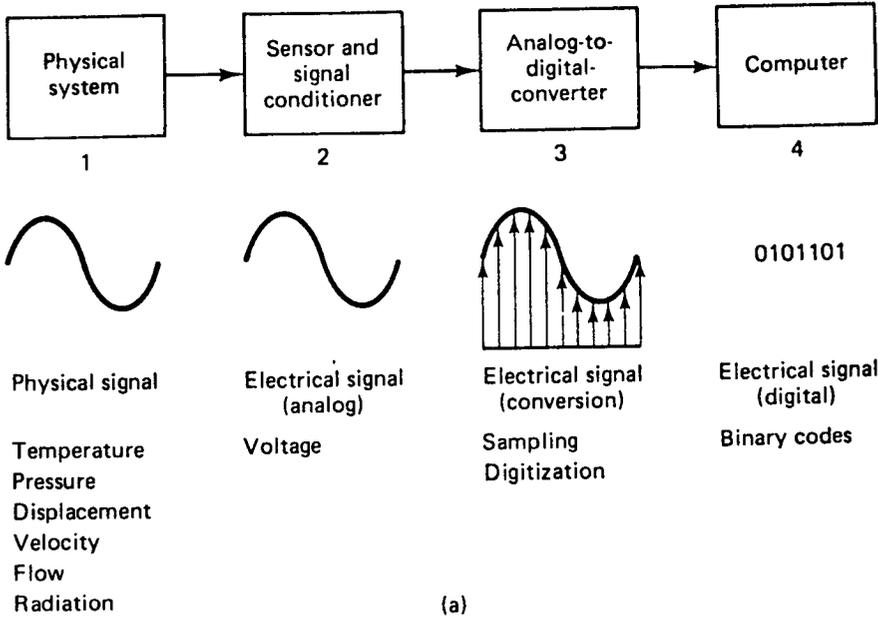


그림 10. A/D 변환 (a) D/A변환 (b) 계통도

동작원리는 먼저 변환개시신호가 Low상태에서 High로 변환되어 축차비교 레지스트(SAR)가 D/A Converter출력을 구동시키는 B11(MSB)을 Set 시키게 되면 아날로그 입력은 변환개시 신호후 Clock pulse가 두번째로 Low 상태로 될때까지 MSB결과를 Latch하고 축차비교 레지스트가 다음 Bit를 비교할 때 까지 이값과 비교하게된다. 그리고 MSB의결과는 Clock이 Low된후 80nSec 이내에 Data를 출력하게 되어있다. 따라서 12Bit의 변환은 13번째 Clock cycle에서 완료되고 Data 출력은 14번째 Clock cycle이 Low 에서 High로 될때 출력되어 진다. 따라서 본장치에서 사용한 A/D Converter의 출력은 연속된 Binary Code로 Serial 출력을 얻게 된다.

입력은 5(V)를 기준전압으로 사용하고 0(V) ~ +5(V)Unipolar 입력으로 출력은 그림 16. 과 같이  $1LS = 1.22mV(5V/4096)$ 의 Binary 형태가 되며 IC 40-51 Multiplexer를 사용하여 8개의 아날로그 입력을 접속하여 사용 할수 있도록 하였다. Channel선택은 변환개시 신호를 IC 4510 BCD Counter를 사용하여 8개 Channel이 순차적으로 선택될수 있도록 하였다.

#### 5) RS232 Interface 회로부분

RS232C Interface에 있어서는 비동기방식과 동기방식이 있으며 일반적으로 Personal Computer에서는 비동기 방식을 주로 사용하고 있다. 여기서 적용된 기술적인 사항을 설명하면 다음과 같다.

- Parity check :

1 Character의 마지막 Bit를 Check용으로 부가하여 수신측에서 데이터가 정확히 전송되어 왔는가를 Check 하기 위한 것이며 Parity check는 Parity의 채용 여부에 따라서 결정된다. 단, Character Data Bit가 8Bit일 때는 Parity Bit를 부가할 수 없다.

- Start Bit와 Stop Bit :

Data는 그림 8. 과 같이 1 Character Data의 처음에 1Bit의 Start Bit와 마지막에 1Bit의 Stop Bit를 추가하여 송신한다. 따라서 수신측의 LSI는 Start Bit(논리 0)와 Stop Bit(논리 1)로 1 Character마다 동기를 잡게 된다.

- Baud rate (보오 레이트) :

Baud rate란 1초당 변조회수를 말하며 RS232 Interface에서는 전송속도와 일치 하므로 단위로서 bps가 사용된다. 자료의 전송속도는 Program의 실행속도와 통신 케이블의 종류등 통신매체의 특성에 따라서도 다르게 된다. 통상적으로 사용되고 있는 Baud rate는 75,150,300,600,1200,2400,4800,9600,19200bps 인데 주로 300 - 9600 중에서 하나를 선택하여 사용하고 있다.

- Bit length (비트길이) :

1 Character를 나타내는데 사용되는 비트수로는 주로 7 또는 8 Bit를 많이 사용한다.

한편 A/D Converter를 통해 출력되는 12Bit serial 출력은 87C51 Microprocessor를 이용하여 Start Bit, No parity 및 2 Stop bit를 Software 적으로 추가하고 9600bps로 전송속도를 조정하도록 하였는데 여기서 87C51-FA Microprocessor의 내부 ROM에 기입시킨 Software는 제 5절 Data Acquisition Software 에서 기술 하였다.

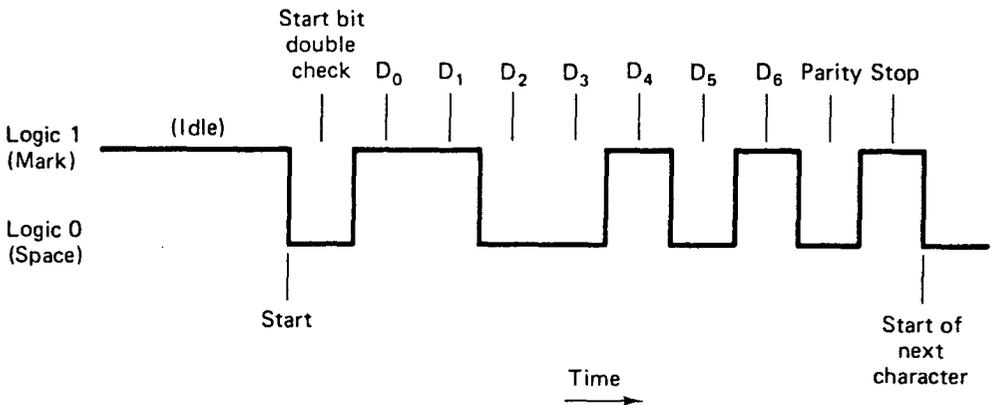
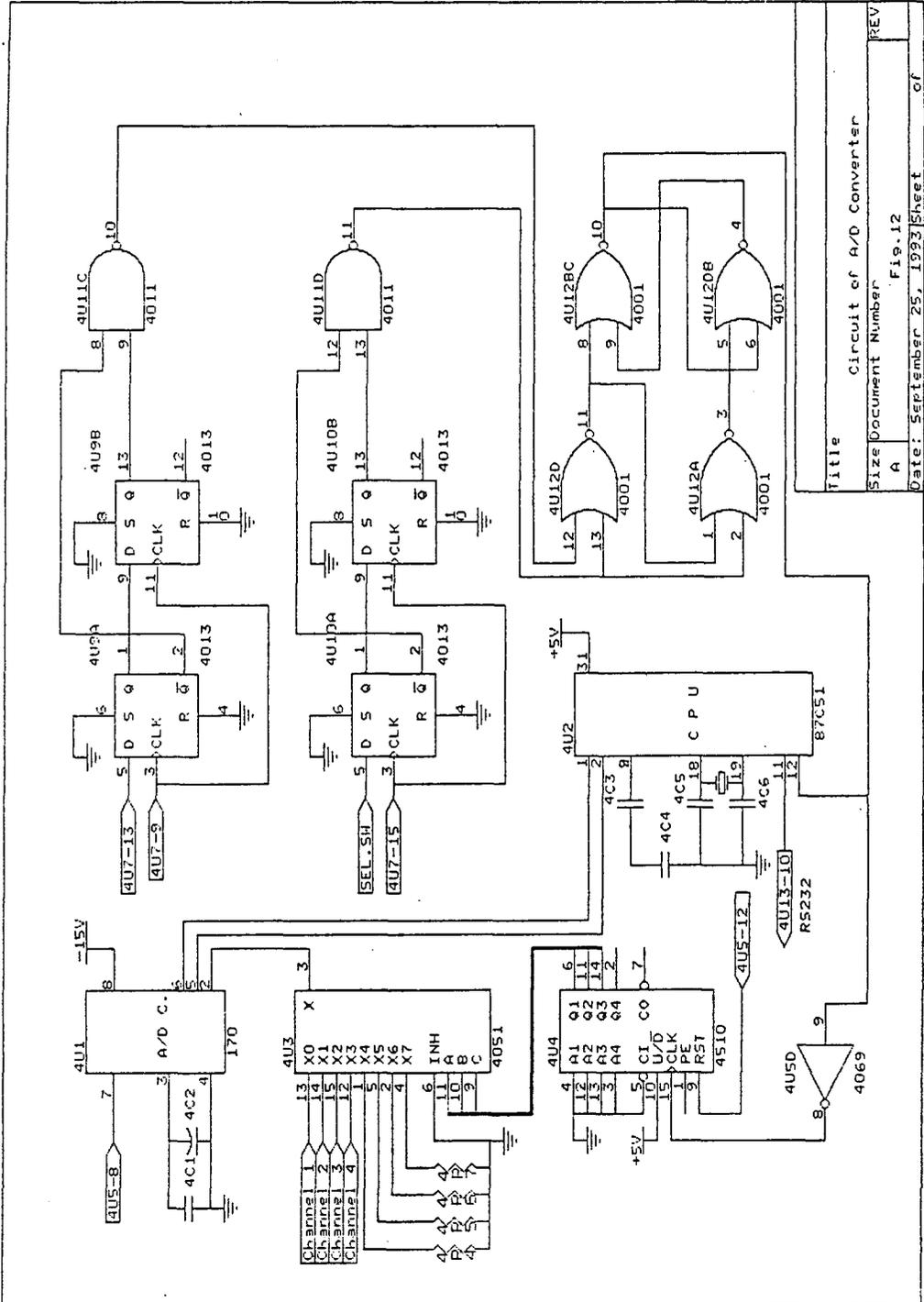


그림 11. Serial Data Format

변환속도	주요 변환방식	주요 응용분야	동작원리 및 특징
저 속 용 (수 $\mu$ S - 수S)	적분방식 -2중 적분방식 -전하 평형방식 -델타 펄스변조 방식	-디지털 멀티메타 -디지털 온도계 -전자 저울	입력전압을 적분하고 적분파형의 경사를 이 용하여 A/D변환을 실행 하는 것으로 정밀부품 이 필요치 않고 고정밀 도의 변환출력이 가능
중 속 용 (수 $\mu$ S - 수100 $\mu$ S)	귀환 비교방식 -축차 비교방식 -추종 비교방식	-수치제어 -프로세서제어 -PCM 통신	내부의 D/A 변환기를 구동하고 입력전압과의 차를 최소한으로 하여 A/D변환을 실행하며 가 장 많이 사용되고 있다
고 속 용 (수nS - 수100nS)	무귀환 비교방식 -병렬 비교방식 -직병렬 비교방 식	-파형 기억장치 -비디오 정보처리	다수의 비교기를 사용 하며 복수비트의 A/D 변환을 실행하는 것으 로 고속이나 구성회로 가 복잡하고 고가임

표 3. 변환속도에 따른 A/D 제 방식



Title: Circuit of A/D Converter  
 Size: Document Number: Fig. 12  
 REV: A  
 Date: September 25, 1993 Sheet of

## 제 2 절 부품의 선정과 적용회로

### 1) A/D Converter, MAX170

미국 MAXIM사에서 생산하고있는 CMOS IC로 변환시간이 5.6US인 중고속 용이며 외부적으로 8개 핀만을 가지고 있지만 별도의 Parallel/Serial 변환 소자가 필요없는 12bit Serial출력 A/D Converter로 계측장치의 설계나 회로기판 제작시 회로를 간단히 구성할수 있도록 되어있다.

또한 주변회로 구성도 간단하여 전원공급과 Reference Decoupling Capacitor만으로 동작시킬수 있는 장점을 가지고 있지만 소모전력이 약 135mW로 다른 A/D Converter 비해 다소 많기 때문에 배터리를 이용한 장기 계류관측을 하는 장비 제작시에는 이를 고려 하여야 할것이다.

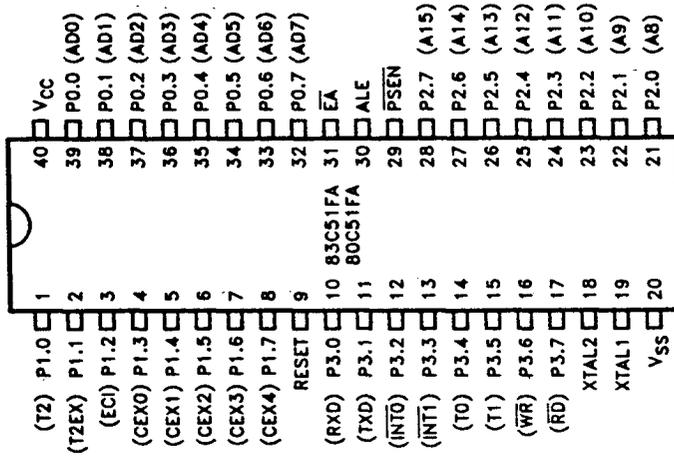
그림 14.는 MAX170의 Functional Diagram과 핀배치를 그림 15.는 변환 Mode에 따른 Timing Diagram을 그림 16.은 변환 특성을 나타내 주고 있다.

### 2) Microprocessor, 87C51-FA

미국 INTEL사의 8-bit CMOS Microprocessor로써 한개의 Chip에 ROM 과 RAM, Parallel port, Serial port, Counter 등이 포함되어 있어 계측제어 등 자동제어 분야에 널리 쓰이고 있는데 주요 사양은 다음과 같다.

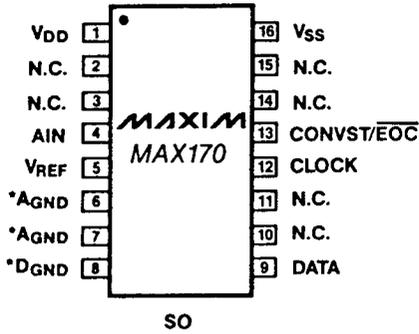
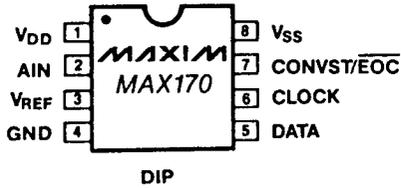
- 8K ON - Chip EPROM
- 256 Bytes of ON - Chip Data RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16 - Bit Timer/Counters
- Up/Down Timer and Counter
- Programmable Serial Channel
- 64K External Program Memory Space
- 64K External Data Memory Space

그림 13.은 본장치에 사용된 87C51-FA의 일반적인 핀 배치도와 Alternate Function을 표시해 주고있다.



Port Pin	Alternate Function
P1.0	T2 (External Count Input to Timer/Counter 2)
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 Capture/Reload Trigger and Direction Control)
P1.2	ECI (External Count Input to the PCA)
P1.3	CEX0 (External I/O for Compare/Capture Module 0)
P1.4	CEX1 (External I/O for Compare/Capture Module 1)
P1.5	CEX2 (External I/O for Compare/Capture Module 2)
P1.6	CEX3 (External I/O for Compare/Capture Module 3)
P1.7	CEX4 (External I/O for Compare/Capture Module 4)
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (Timer 0 external input)
P3.5	T1 (Timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	RD (external data memory read strobe)

Top View



\*Leads 6, 7 and 8 must be connected together as close to the package as possible.

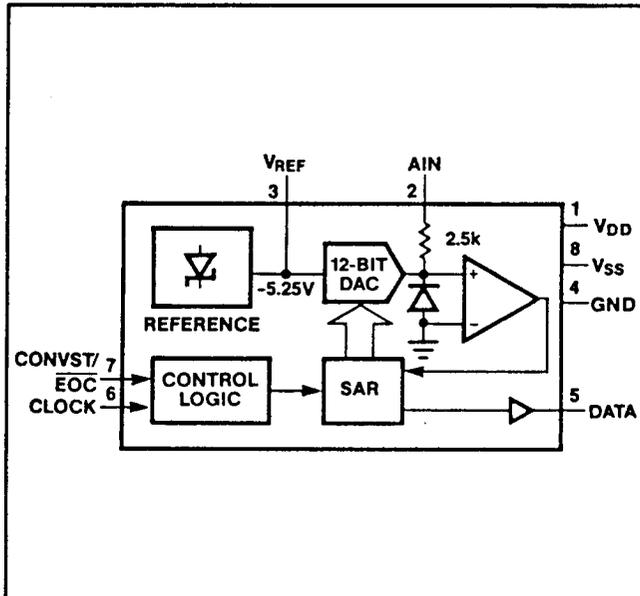


그림 14. Maxim 170 Functional Diagram



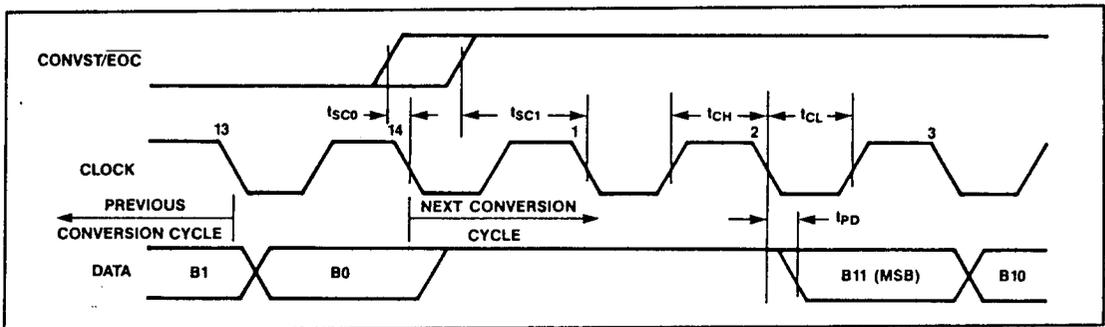
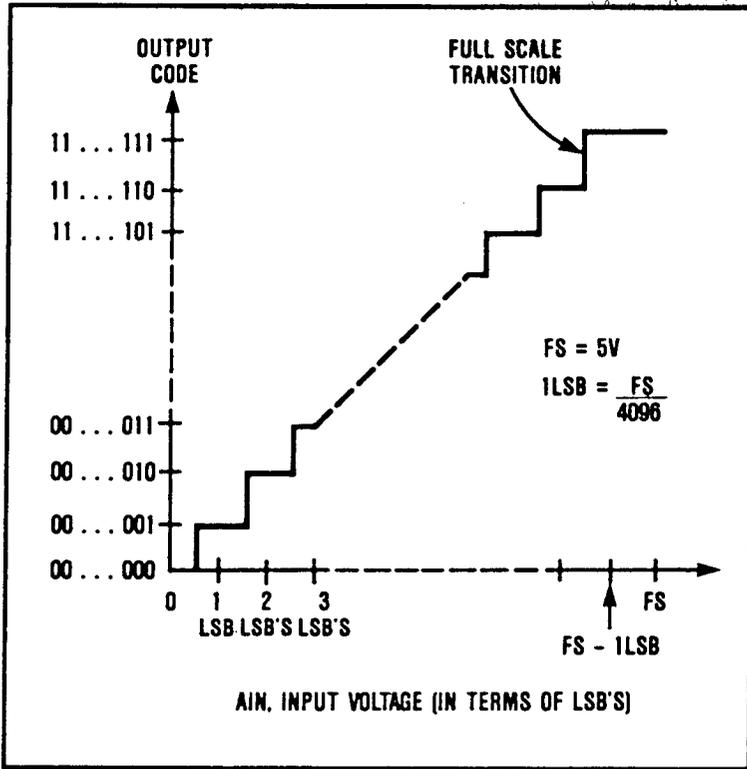
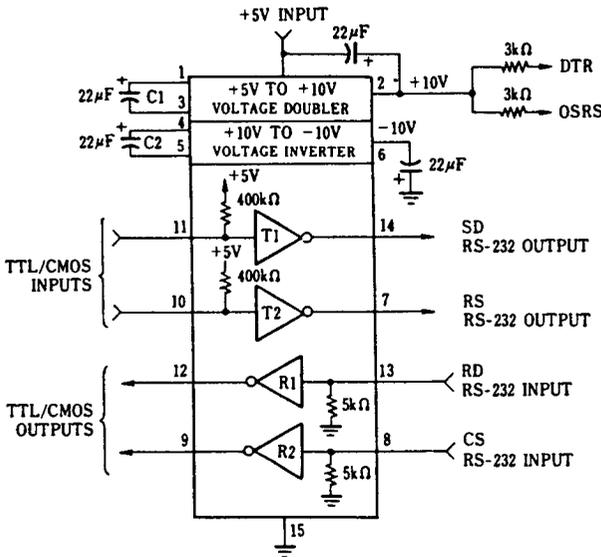


그림 16. A/D Converter 변환 특성

### 3) P/C Interface ,MAX232

미국 MAXIM사의 제품으로 TTL레벨의 신호를 RS232C 신호의 전압 레벨로 변환하기 위해 사용하고 있으며 종래의 IC 75188 또는 IC 75189등이  $\pm 12(V)$ 의 전원이 필요했지만 여기서는 그림 17. 에서와 같이 +5(V) 단일 전원으로 내장된 2개의 Charge Pump식 전압 변환기로 +10(V)와 -10(V)를 만들어 낸다. 따라서 트랜스미터/리시버 가 각기 2개씩 포함되어 있고 +5 (V) 이외의 전원을 줄임 으로서 설계를 간단히 할 수 있는 장점이 있으나 소모전류가 많으므로 전원공급에 문제가 없고 컴퓨터와 연결 할때만 이용 하는것이 바람직 할것이다.



Typical Application +5V Powered RS-232 Dual Transmitter/Receiver

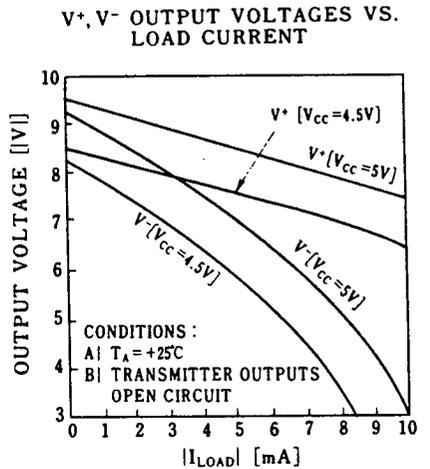


그림 17. Max 232 구조및 핀배치

#### 4) CMOS 수정 발진회로

회로에서 필요로 하는 안정된 주파수를 얻기 위해서는 콜피츠 무조정 발진(Colpitts non-adjusting)이 우수한 특성을 가지고 있으므로 수정 발진 회로를 구성하는 것이 좋다. 따라서 본 장치에서도 2.4576MHz Crystal Oscillator와 CMOS UB Series인 4069UB를 이용하여 다음과 같이 구성하여 사용하고 있다.

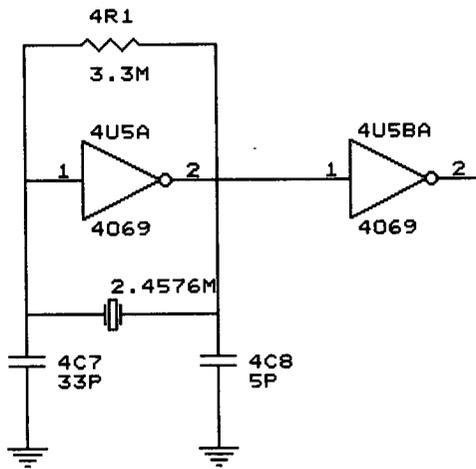
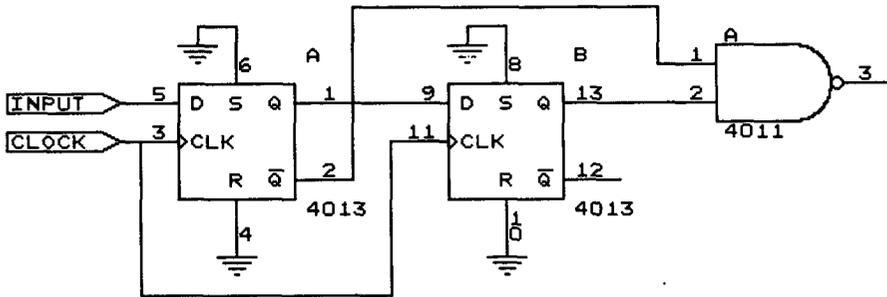


그림 18. 수정 발진회로

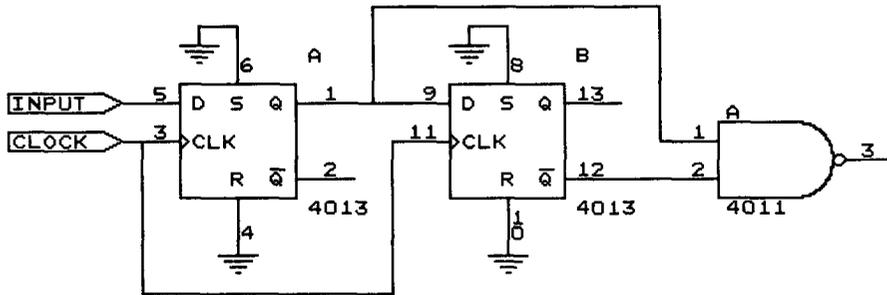
#### 5) Edge 검출회로

입력신호의 Edge를 검출하여 이것을 다른 회로의 Clock이나 변환개시 신호로 사용하는 경우가 많다. 특히 정해진 펄스폭을 얻고자 하는 경우는 Shift register를 사용하여 Clock에 동기한 Edge Pulse를 만들수 있는데 아래 그림과 같은 회로 구성으로 상승시의 Edge, 하강시의 Edge 그리고 양 Edge를 검출 하는것이 가능하다. 여기서 사용된 IC 4013은 D type Flip-Flop으로 처음의 Flip-Flop은 입력하는 데이터를 Clock에 동기 시킨 것이며 후단의 Flip-Flop은 1 Clock의 지연요소를 사용하여 전후레벨을 검출

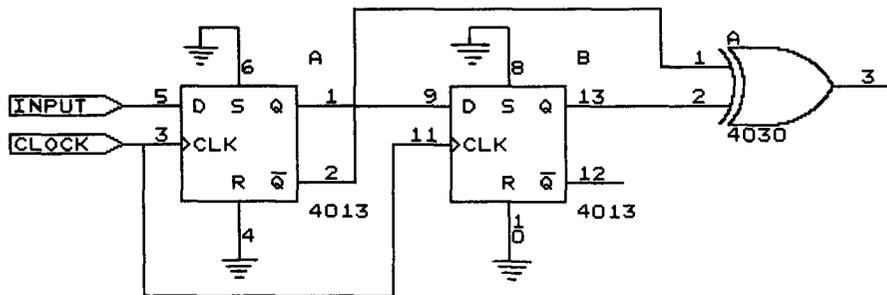
하도록 하고 있으며 IC 4011 Positive NAND가 상승 및 하강 그리고 양 Edge를 출력 한다. 본 장치에 적용된 회로는 이중 상승 Edge 검출회로로써 변환회로의 개시 신호로 사용 하였다.



CIRCUIT FOR UP EDGE



CIRCUIT FOR DOWN EDGE



CIRCUIT FOR UP/DOWN EDGE

그림 19. Edge 검출 회로

### 제 3 절 회로 실험

#### 1) 실험방법

회로실험은 전원부분 센서부분 A/D 변환부분등으로 나누어 설계된 내용대로 Solderless Bread Board 상에 회로를 구성하고 기 보유하고 있는 다음과 같은 측정장비를 이용하여 회로와 소자의 기능이 확인될때 까지 계속 수정 보완하는 방법으로 진행 하였다.

- Digital Oscilloscope
- Analogue Oscilloscope
- Power Supplier
- Digital Multimeter
- Analogue Multimeter
- Personal Computer

#### 2) 실험순서

실험순서는 먼저 센서 접속부분 실험, 변환부분 실험, 전원부분 실험 순으로 진행 되었으며 부품들이 의도한 바와같이 작동되고 있음을 확인하는데 까지는 많은 시행착오와 시간이 소요 되었는데 예를들면 오실로스코프 프로브의 불량, 테스트보드의 좋지못한 절연상태, 주위의 Noise등 사소한 부분 하나하나가 장애가 되어 실험에 지장을 초래 하기도 하였다.

한편 제품 실험과정에서 일부기능을 보완한다든가 하여 수정이 요구되어 변경할 경우 제품의 Catalogue 상에는 소개되어 있으나 실제 시중에서는 구매할수 없는 경우가 많아 설계 전체를 다시 변경하여 시작해야 하는등의 문제점 또한 대두되었다.

예를들어 한개의 소자로 Analogue Multiplexer 와 12Bit A/D Converter의 기능을 가진 소자가 여러종류 소개되어 있으나 예정된 실험기간중 구매가 불가 하였는데 일반적인 부품이 아닌 경우와 소량을 주문할 경우에도 구매할수 없는 경우가 많았다.

## 제 4 절 회로기판및 Board 제작

회로기판을 설계하는데는 소요되는 부품들 상호간의 관련성과 연결선의 수, 부품의 규격등을 감안하여 적당한 간격으로 배열 하는것으로 부터 시작 되는데 System의 확장 가능성, 회로의 종류, 수리 보수, Board의 규격등을 고려하여 일정한 규격으로 분리하여 제작하는 경우가 많다. 본 장치도 이러한 점을 고려하여 크게 전원부, 센서 접속부, 주 회로부로 나누어 제작 하였으며 상호간의 전기적인 연결과 분리를 용이하게 하기 위하여 연결용 Board를 만들어 내부에 설치하였다.

T-S Bridge Board 외함은 상기의 Circuit Board 와 표시및 조작 스위치, 전원, 센서 연결부분이 포함되며 관측 현장에서 사용하기 편리한 구조 형태로 되어야 한다. 또한 사용할 장소를 고려하고 주위 환경의 영향을 최소화 할 수 있도록 견고하게 제작 하는것이 좋다. 본 장치에 사용된 외함은 Aluminum 으로 제작된 것으로 회로기판의 크기등을 고려하고 여유 공간을 갖을수 있는 규격으로 가로 25Cm 세로 27Cm 높이 14Cm 의 시중 구매품목을 구할 수 있었으므로 몇 단계의 가공 과정과 조립과정을 거쳐 사진 6 과 같이 제작 완성 하였다.

외부와의 연결은 센서선, 전원선, 출력선으로 3선 이며 온도와 염분도 센서와의 연결은 핀 Connector를 이용하여 케이블을 1개선으로 처리하였고 컴퓨터와의 연결을 위해서는 9핀 Serial port를 Board 후부에 부착 하였다.

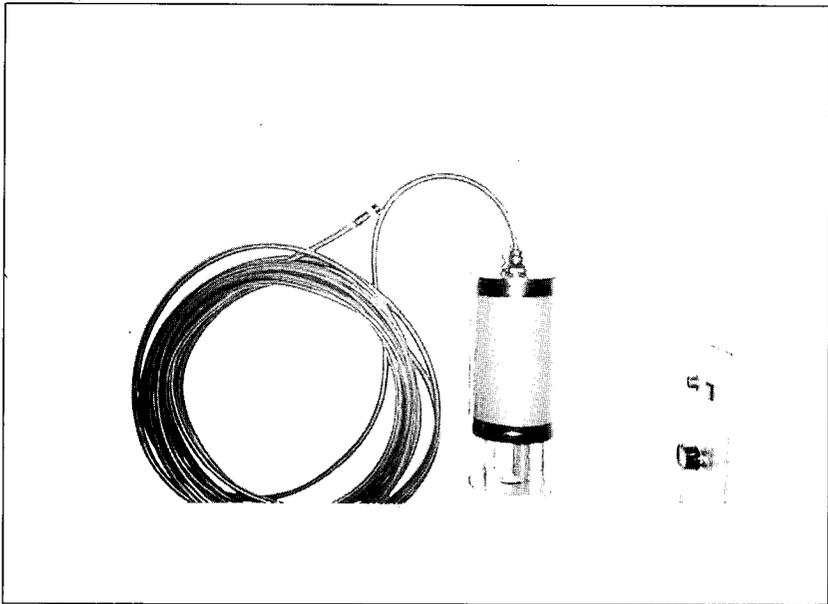


사진 1. 센서부

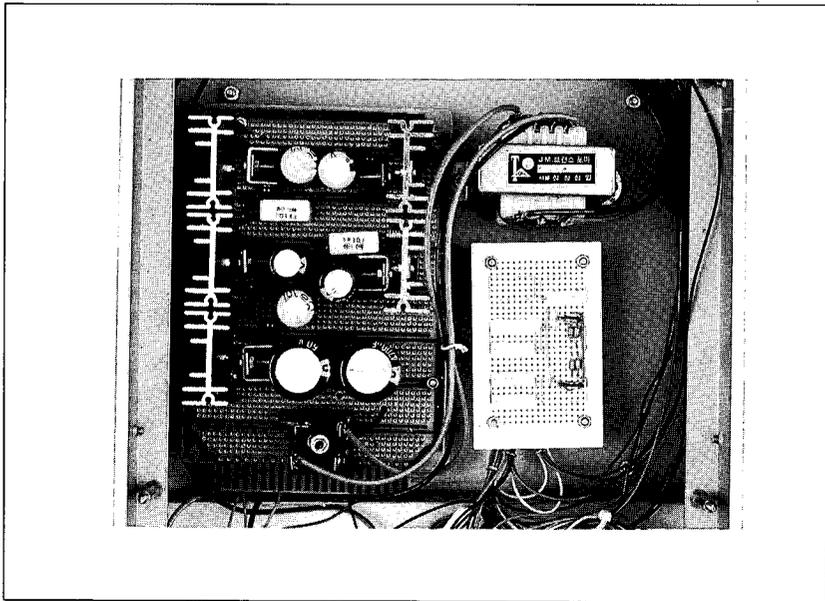


사진 2. 전원 회로부

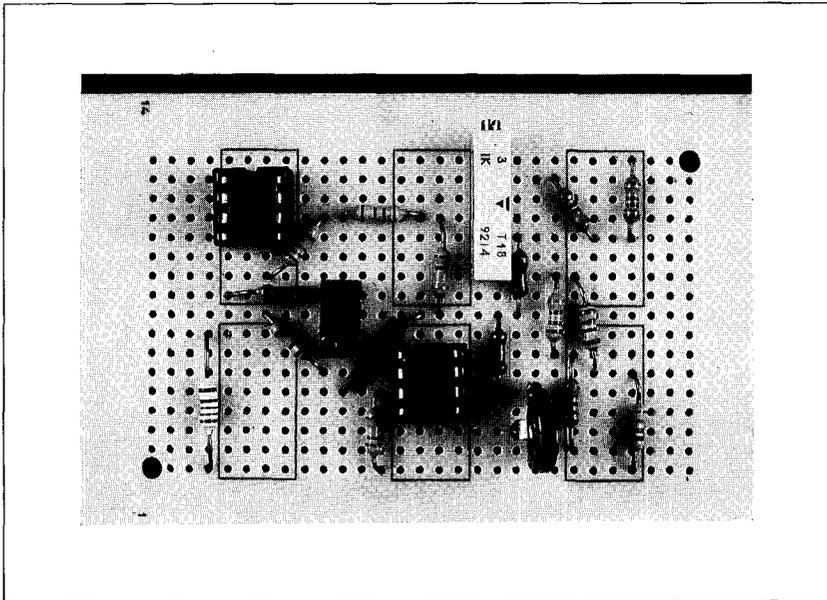


사진 3. 센서 회로부 (온도)

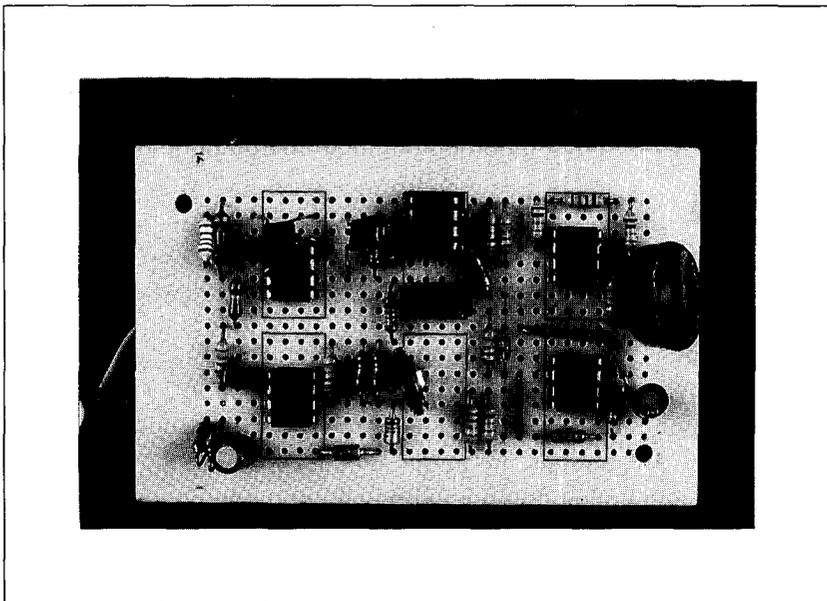


사진 4. 센서 회로부 (염분도)

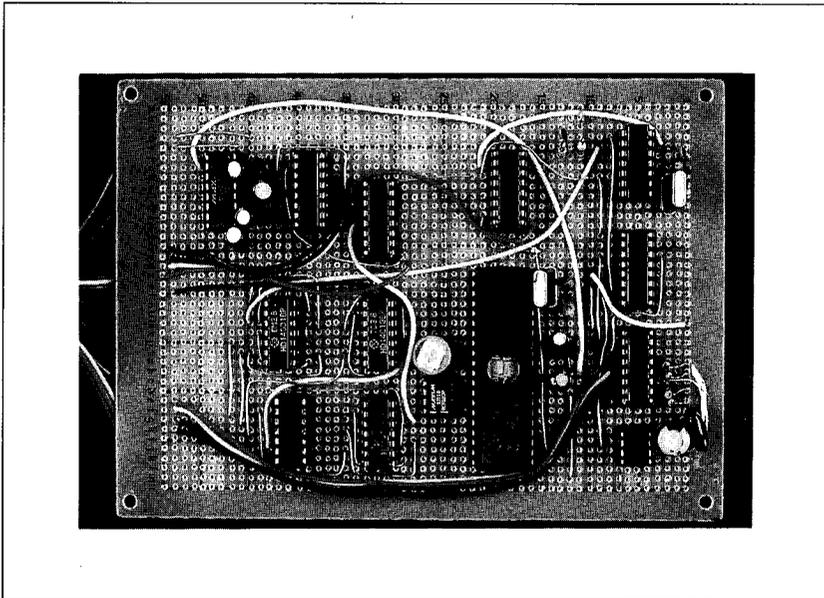


사진 5. 주 회로부

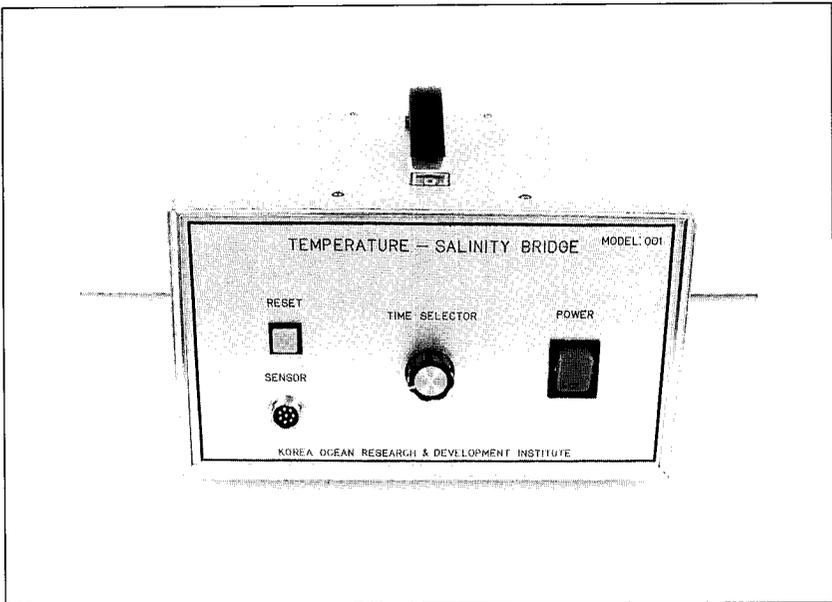


사진 6. T - S Bridge 본체

## 제 5 절 Data Acquisition System

여기서의 Software는 CPU 87C51-FA Microprocessor의 내부 ROM에 기입되는 Assembly(기계어)와 Personal Computer에 연결 하였을때 Data Acquisition Board 에서 1) 출력된 자료를 읽어 들이는 프로그램 2) 입력된 자료를 처리하여 화면에 나타내는 프로그램 3) Disk나 Printer에 자료를 기록하는 프로그램 으로 구성되어 있는데 CPU로 부터의 출력을 Personal Computer의 COM2를 Open하여 읽어 들이고 COM2 Port를 CPU 출력과 같은 형태인 9600bps, 8 Data bit, No Parity bit, 2 Stop bit로 설정 하였다. CPU ROM에 기입된 프로그램과 Data Acquisition Program은 다음과 같다.

Assembly code for CPU 87C51-FA

```
:      MAX170.ASM      1993.6.19
:      1 INST.=1.6276usec. 7372800Hz
:      96000bps, No parity, 8bit, 2stop

:      P1.0           - CLOCK
:      P1.1           - DATA
:      P3.1(TDX)      - TXD
:      P3.2(INTROO)   - (-)CONVST

PCON   EQU   87H
TEMP   EQU   7FH
CHANNEL EQU  7EH
```

```

LJMP BOOT
ORG 0003H           :Intro0
LJMP INTRO

BINHEX MOV B,A      :A:Binary input
        SWAP A      :B:High, A:Low
        ANL A, #0FH
        ADD A, #07H
        MOVC A, @A+PC
        XCH A,B
        ANL A, #0FH
        INC A       :Adjust PC
        MOVC A< @A+PC
        RET
        DB '0123'
        DB '4567'
        DB '89AB'
        DB 'CDEF'

SOUT:   JNB TI,$
        CLR TI
        MOV SBUF,A
        RET

ONEBIT: JB P1.0,$
        JNB P1.0,$
        MOV C,P1.1
        RLC A
        RET

```

```

BOOT:  MOV TMOD, #21H      :T1=baud, T1=16bit Timer
        MOV TH1, #0FEH    :9600bps
        MOV SCON, #0DAH   :9bit, TB=1, Ti=1
        MOV TCON, #41H    :TF1, TR1, TFO, TRO, IE1, IT1, (Lv), IE0, IT0(E)

```

d)

```

MOV IE, #10000001B :EA, EC, ET2, ES, ET1, ET0, EX0
MOV CHANNEL, #08   :Counter for channel#

```

```

IDEL:  ORL PCON, #01      :Idel mode operation
        JMP IDEL

```

```

INTRO: JB P1.0, $        :Skip possible 1
        JNB P1.0, $
        JB P1.0, $
        JNB P1.0, $

```

```

CLR A
CALL ONEBIT
CALL ONEBIT
CALL ONEBIT
CALL ONEBIT
CALL ONEBIT
MOV TEMP, A           :Store temporarily

```

```

CLR A
CALL ONEBIT

```

```

XCH A, TEMP
CALL BINHEX
MOV B, A
MOV A, #' '           :Space
CALL SOUT
MOV A, B
CALL SOUT
MOV A, 7FH
CALL BINHEX
XCH A, B
CALL SOUT
XCH A, B
CALL SOUT
DJNZ CHANNEL, RETURN

```

```

NOV A, #0DH           :Carrage return
CALL SOUT
MOV A, #0AH           ; Line feed
CALL SOUT
MOV CHANNEL, #08

```

```

RETURN RETI

```

```

END

```

```

1000 'max170.bas
1010 DEFSNG A-Z: DEFINT I-N: KEY OFF: BEL$ =CHR$(7)
1020 1F$ = CHR$(10): cr$ = CHR$(13)
1050 OPEN "COM2:9600,N,8,2,CS,DS" FOR RANDOM AS #2
1140 PRINT : PRINT " Receiving "
1170 GOSUB 2000: IF f$ <> 1f$ THEN 1170
1180 iw = 8
1190 GOSUB 2000
1210 GOSUB 2000: f = VAL("&H" + f$) * 256
1220 GOSUB 2000: a$ = f$: GOSUB 2000: = a$ + f$: f = f+ VAL("&H + f
$)
1230 PRINT USING "#####": f:
1240 iw =iw - 1: IF iw = 0 THEN PRINT : GOTO 1170
1260 GOTO 1190
1400 END
2000 IF INKEY$ <> "" THEN END
2010 IF LOC(2) < 1 THEN 2000
2030 f$ = INPUT$(1, #2): RETURN

```

## 제 4 장 결론 및 토의

본 연구는 당초에 실험실용의 Temperature - Salinity Bridge 개발을 목표로 하였으나 센서 부분을 별개로 사용하지 않고 통합된 센서를 사용할 경우 현장에서도 활용이 가능한 것으로 판단 되었다. 따라서 센서부분을 별도로 제작하여 실험실과 현장 겸용으로 제작하게 되었다.

이러한 결과는 해중에서 원거리 자료전송이 가능한 전송 System이 추가되고 수밀, 수압문제등의 구조적인 문제가 해결될때 CTD 개발의 기초단계로 활용될 수 있을 것으로 보인다.

한편 본 장치의 구성에서 보는바와 같이 한개의 CPU를 Personal Computer와의 Interface를 위해 사용하였는데 이는 전체적인 System 구성이 완료된 후에 CPU를 이용한 경우로서 차후에는 이런류의 Microprocessor를 이용하여 보다 간단히 Hardware를 구성하고 제어의 정확도가 높은 계측장치를 개발할수 있을 것으로 판단됨으로 보완적인 연구를 통해 여타의 관측기기 개발에도 충분히 활용되도록 하여야 할것이다. 또한 본 연구를 진행하는 과정에서 여러가지 문제점이 대두 되었는데 필요한 부품을 구할수 없는 경우와 실용회로로 소개된 내용들도 실험을 통해서는 제 기능대로 작동되지 않는 경우가 많아 회로에 대한 충분한 검토와 설계능력 향상, 주요 부품에 대한 사전구매의 중요성이 다시 한번 인식되었다.

## 참고문헌

- |  |      |                                     |
|--|------|-------------------------------------|
| Willis J. Tompkin &<br>John G. Webster | 1988 | Interfacing sensor to the<br>IBM PC |
| Benjamin, Kuo                          | 1989 | 자동제어                                |
| 전자기술연구회편                               | 1988 | C-MOS IC 의 사용법                      |
| 민남기                                    | 1992 | 신편 계측공학                             |
| 김재현 편저                                 | 1992 | A/D 컨버터                             |
| 전금경 역                                  | 1990 | 센서와 마이컴의 인터페이스<br>기술                |
| 편집부편 (가남사)                             | 1990 | RS232 인터페이스 응용사례집                   |
| 이동영                                    | 1992 | 국가종합 해양관측망 구축기술<br>개발               |
| 전호경                                    | 1991 | 원격 수질 모니터링 시스템 개발<br>연구             |
| 공업 진흥청                                 | 1985 | 정밀측정 교재 (온도)                        |

## 부 록

### 1. 실험자료

1993. 6. 30

Time	Ch. 1	Ch 2	Ch 3	Ch4
10:45:26	1045	284	0	0
10:45:31	1045	288	0	0
10:45:36	1049	275	0	0
10:45:41	1049	273	0	0
10:45:46	1049	281	0	0
10:45:51	2125	535	0	0
10:45:56	2077	539	0	0
10:46: 1	2073	544	0	0
10:46: 6	2069	538	0	0
10:46:12	2069	538	0	0
10:46:17	2071	541	0	0
10:46:22	2069	543	0	0
10:46:27	2771	531	0	0
10:46:32	3095	872	0	0
10:46:37	3093	880	0	0
10:46:42	3093	874	0	0
10:46:48	3093	875	0	0
10:46:53	3093	877	0	0
10:46:58	3093	881	0	0
10:47: 3	3093	883	0	0
10:47: 8	3093	883	0	0
10:47:13	3093	879	0	0
10:47:18	3091	875	0	0
10:47:23	3091	878	0	0
10:47:28	3091	872	0	0
10:47:34	3091	873	0	0

Time	Ch. 1	Ch. 2	Ch. 3	Ch. 4
10:47:39	3089	879	0	0
10:47:44	3091	871	0	0
10:47:47	3093	875	0	0
10:47:52	3091	875	0	0
10:47:58	3093	869	0	0
10:48: 3	3093	873	0	0
10:48: 8	3093	872	0	0
10:48:13	3091	878	0	0
10:48:18	3091	883	0	0
10:48:23	3091	882	0	0
10:48:28	3093	878	0	0
10:49:49	3091	881	0	0
10:49:54	3091	885	0	0
10:49:59	3091	884	0	0
10:50: 4	3089	879	0	0
10:50: 9	3089	875	0	0
10:50:14	3089	875	0	0
10:50:19	3089	873	0	0
10:50:24	3091	876	0	0
10:50:30	3091	872	0	0
10:50:35	3089	873	0	0
10:50:40	3091	877	0	0
10:50:45	3091	880	0	0
10:50:50	3091	879	0	0
10:50:55	3089	874	0	0
10:51: 0	3089	878	0	0
10:51: 5	3091	873	0	0
10:51:11	3089	873	0	0
10:51:16	3091	871	0	0
10:51:21	3091	875	0	0
10:51:26	3091	874	0	0

## Appendix 2. Port test Program

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <conio.h>
#include <bios.h>
#include <dos.h>
#include <stdlib.h>

#define COM1 0
#define COM2 1

#define BUFLen 4096

#define BASE 0x2f8 /* COM2 */
#define DATA BASE /* THR/RBR */
#define IER BASE+1 /* Interrupt Enable Register */
#define IIR BASE+2 /* Interrupt Identification Register */
#define LCR BASE+3 /* Line Control Register */
#define MCR BASE+4 /* Modem Control Register */
#define LSR BASE+5 /* Line Status Register */
#define MSR BASE+6 /* Modem Status Register */

#define ONMASK 0xf7 /* 8259 interrupt mask IRQ3,COM2 */
#define OFFMASK 0x08
/* IRQ4,COM1의 경우는 ONMASK=0xef, OFFMASK=0x10 */

#define PICMASK 0x21 /* 8259 Interrupt Mask Register */
#define PICEOI 0x20 /* End Of Interrupt */
#define IRQ4 0x0c /* 인터럽트 벡터 */
#define IRQ3 0x0b

#define DATA7 0x02 /* 선로의 초기화에 필요한 상수들 */
#define DATA8 0x03 /* 데이터 비트 8 또는 7 */

#define STOP1 0x00 /* 스톱비트 1 또는 2 */
#define STOP2 0x04
```

```

#define NOPA    0x00 /* 패리티 없음, 홀수, 착수 */
#define ODDP    0x08
#define EVENP   0x18

#define B1200   0x80 /* 속도 */
#define B2400   0xa0
#define B4800   0xc0
#define B9600   0xe0

#define OK      0 /* 헤이즈 모뎀의 응답코드, ATVO 옵션을 썼을 때 */
#define CONNECT300 1
#define RING    2
#define NO_CARRIER 3
#define ERROR   4
#define CONNECT1200 5
#define NO_DIALTONE 6
#define BUSY    7
#define NO_ANSWER 8
#define CONNECT2400 10

typedef char byte;
typedef unsigned int word;

byte buffer[BUFLen];
word front=0, rear=0;
void interrupt (*oldvec)();
char online=0;

void interrupt intrs(void) {
    rear%=BUFLen;
    buffer[rear++]=inportb(DATA);
    outportb(PICEOI, 0x20);
}

int rsready(void) {
    return ((front==rear)?0:1);
}

```

```

byte rsin(void) {
    front%=BUFLLEN;
    return buffer[front++];
}

void rsout(byte ch) {
    do { } while (!(inportb(LSR) & 0x20));
    outportb(DATA, ch);
}

void rsouts(byte *s) {
    while (*s) rsout(*s++);
}

void flush_buffer(void) {
    while (front!=rear) {
        front%=BUFLLEN;
        putchar(buffer[front++]);
    }
}

void clear_buffer(void) {
    front=rear;
}

void initport(void) {
    oldvec=getvect(IRQ3);
    setvect(IRQ3, intsr);
    bioscom(0, DATA8;STOP2;NOPA;B1200, COM2);
    outportb(MCR, 0x0b);
    outportb(IER, 0x01);
    outportb(PICMASK, (inportb(PICMASK)&ONMASK));
}

void closeport(void) {
    outportb(MCR, 0x00);
    outportb(IER, 0x00);
    outportb(PICMASK, (inportb(PICMASK)!OFFMASK));
    setvect(IRQ3, oldvec);
}

```

```

int detect_carrier(void) {
    return inportb(MSR)&0x80;
}

void main(void)
{

//    byte inbuf[1000];
    byte ch;
    FILE *out;
    char buf[1000],dest[1000]="";
    int cc=1,count=1;
    double aaa,c1,c2,d1,d2;

    initport();
    clear_buffer();
    clrscr();
    flush_buffer();
    out=fopen("serial.out","wt");

    while(1) {

        if(kbhit())
            if(getch()==45)
                {
                    free(dest);
                    free(buf);
//                    fprintf(out,"dest length >> %d    buffer length => %d
\n",strlen(dest),strlen(buf));
                    closeport();
                    exit(0);
                }

        if (rsready())
            {
//                ch=rsin();
                putchar(ch);
                printf("%d  ",ch);
                fprintf(out,"%d\n",ch);
                if(cc == 1)
                    *dest=NULL;
                cc=0;

```

```

    if(ch==' ')
    {
        sound(100);
        delay(100);
        nosound();
        switch(count)
        {
            case 1 : aaa = atof(dest);
                    printf("\ndest : %s   |||   aaa   =
%lf\n",dest,aaa);
                    *dest=NULL;
                    count++;
                    break;
            case 2 : c1 = atof(dest);
                    printf("\ndest : %s   |||   c1 = %lf\n",dest,c1);
                    *dest=NULL;
                    count++;
                    break;
            case 3 : d1 = atof(dest);
                    printf("\ndest : %s   |||   d1 = %lf\n",dest,d1);
                    *dest=NULL;
                    count++;
                    break;
            case 4 : c2 = atof(dest);
                    printf("\ndest : %s   |||   c2 = %lf\n",dest,c2);
                    *dest=NULL;
                    count++;
                    break;
            case 5 : d2 = atof(dest);
                    printf("\ndest : %s   |||   d2 = %lf\n",dest,d2);
                    *dest=NULL;
                    count = 1;
                    break;
        }/*end of switch*/
    }
    else
    {
        *buf = ch;
        strncat(dest,buf,1);
    }
}

} /* end of while */

```

```
closeport();  
fclose(out);
```