

제 1 장 공통 실험장치의 사용법

1. 목 적

앞으로의 실험에서 가장 자주 쓰이게 될 기본적인 실험장치들의 사용법을 익히고 숙달하도록 한다.

2. 예습부문

- (1) Mechanical Measurements(4th Ed.), T. G. Beckwith & R. D. Marangoni, Chapter 9. (pp.301-339)

3. 실험장치

- (1) Oscilloscope
- (2) Function Generator
- (3) Digital Multimeter
- (4) DC Power Supply
- (5) Frequency counter

4. 이 론

4.1 Oscilloscope

Fig.1.1은 금성사 제품의 Oscilloscope(모델명 V-212)로서, 대부분의 Oscilloscope가 이와 같은 형상을 갖추고 있다. 예전에는 Oscilloscope라 하면 대부분 Tektronix나 Hewlett-Packard 등 외국에서 제작된 것이 쓰이었으나 이제는 국산 Oscilloscope도, 사용해 본 경험에 의하면, 상당히 신뢰성이 있어 굳이 외국 제품을 쓸 필요가 없다고 생각된다.

Fig.1.4, Fig.1.5, Fig.1.6은 참고문헌에서 발췌한 그림으로서, Oscilloscope의 구조를 이해 하는데 도움이 될 것이다. Fig.1.2, Fig.1.3에 나타난 번호들이 Fig.1.6의 어느 부분에 해당하는지 모두 알 수 있다면 사실상 Oscilloscope의 구조를 다 안다고 할 수 있다. 여러분들은 읽어서 반드시 이해하도록 해야 한다.

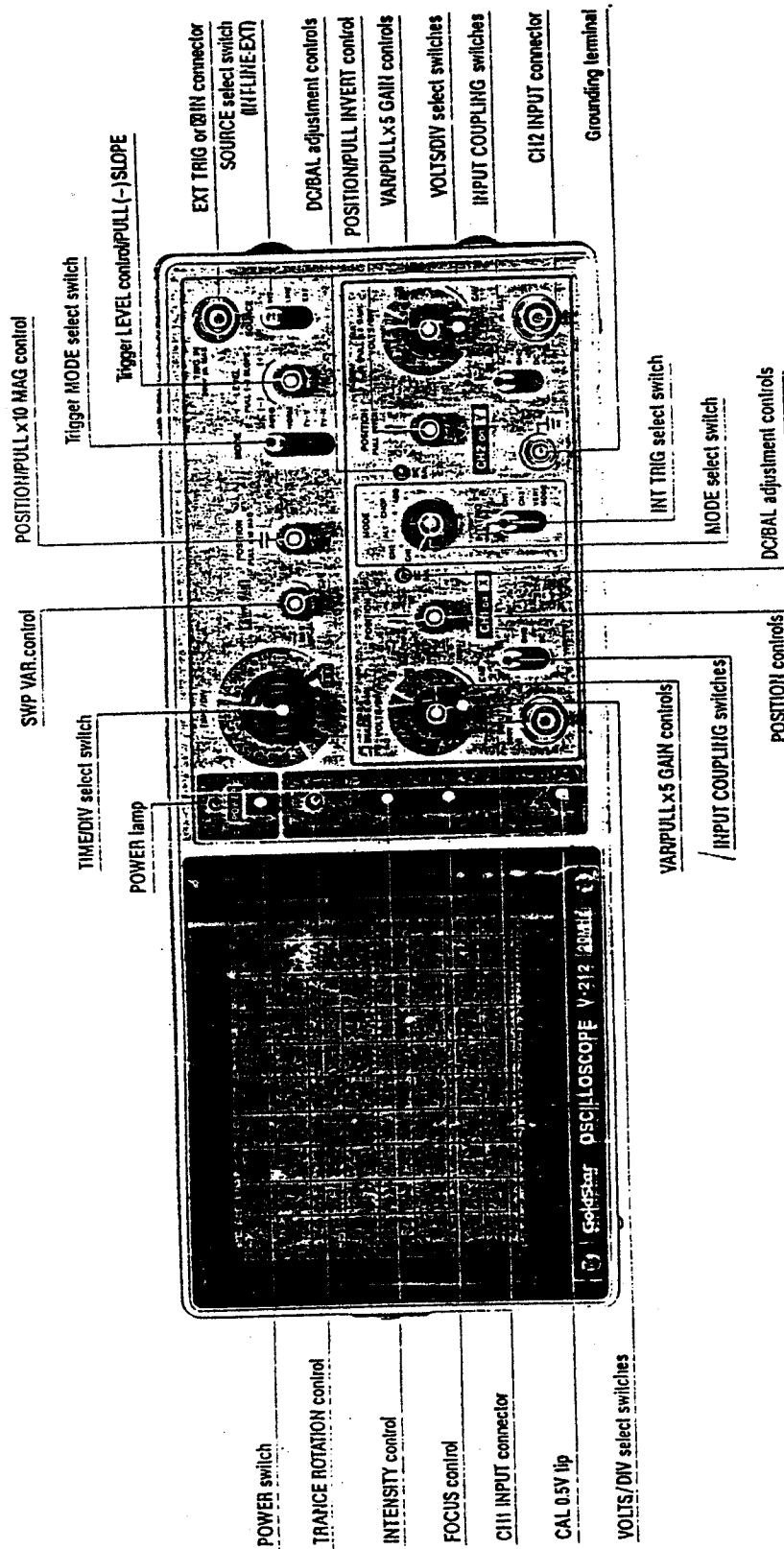


Fig.1.1 Oscilloscope(GoldStar V-212)

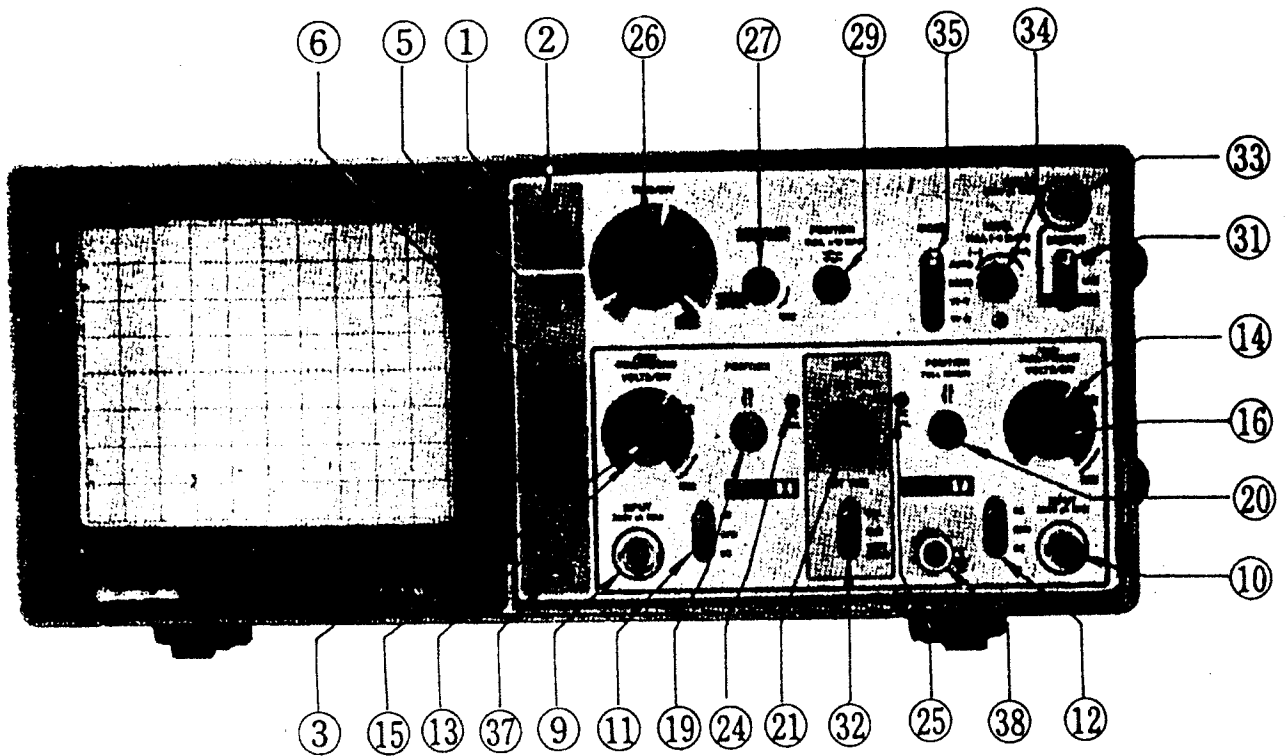


Fig.1.2 V-212 앞면

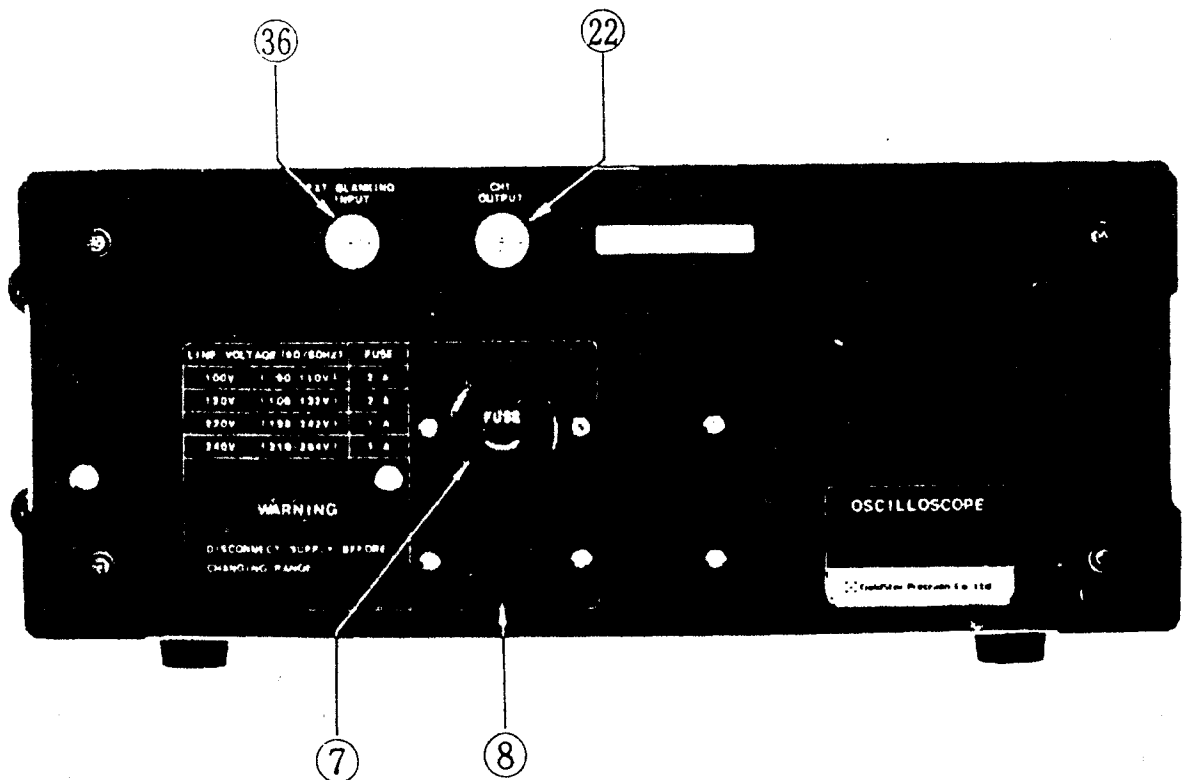


Fig.1.3 V-422/V-212 뒷면

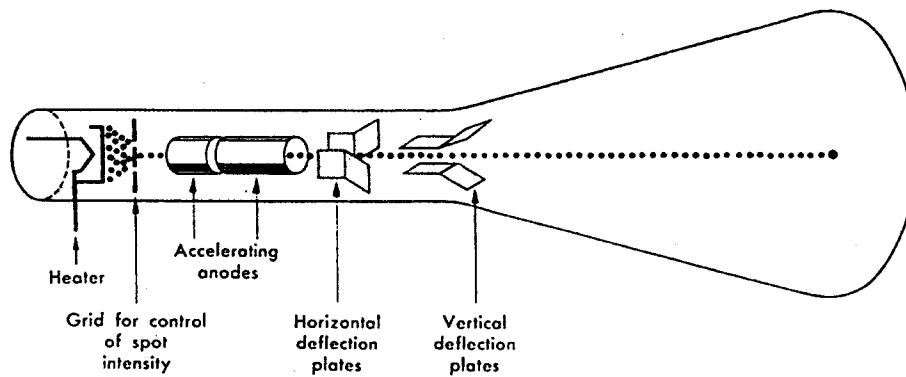


Fig.1.4 Elements of the basic cathode-ray tube.

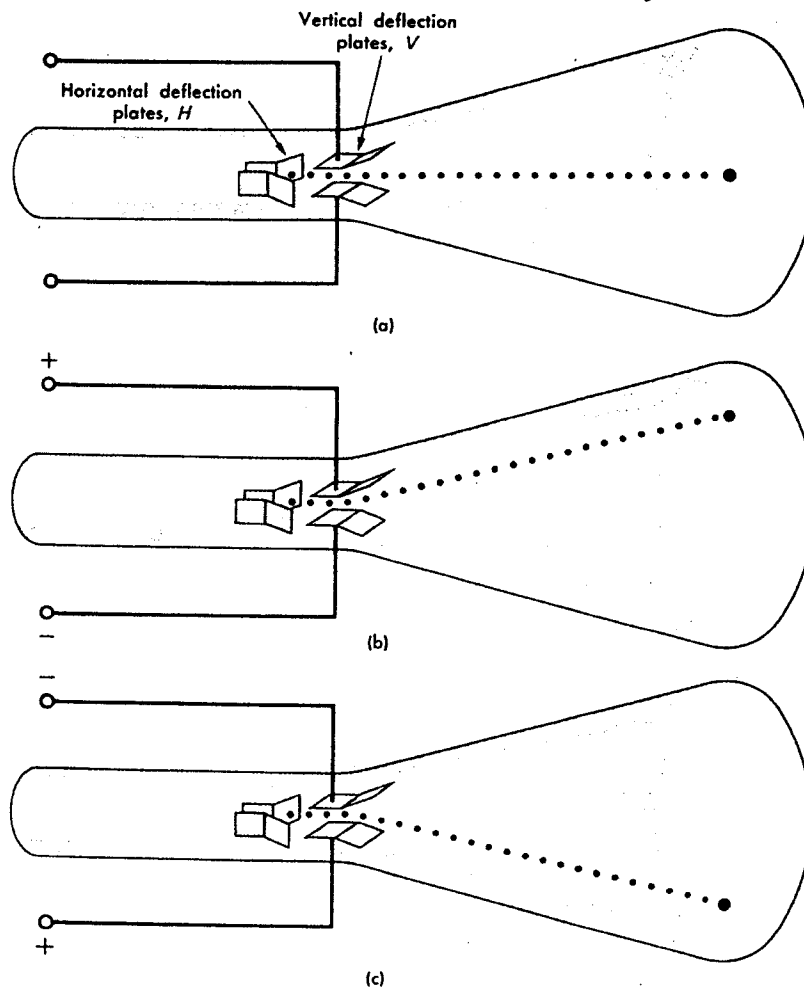


Fig.1.5 Electrostatic deflection principle.

- (a) With no voltage applied to the vertical deflection plates, the electron beam is not deflected.
- (b) When a positive voltage is applied to the upper plate, the electron beam is deflected upward.
- (c) When the polarity is reversed and positive voltage is applied to the lower plate, the beam is deflected downward.

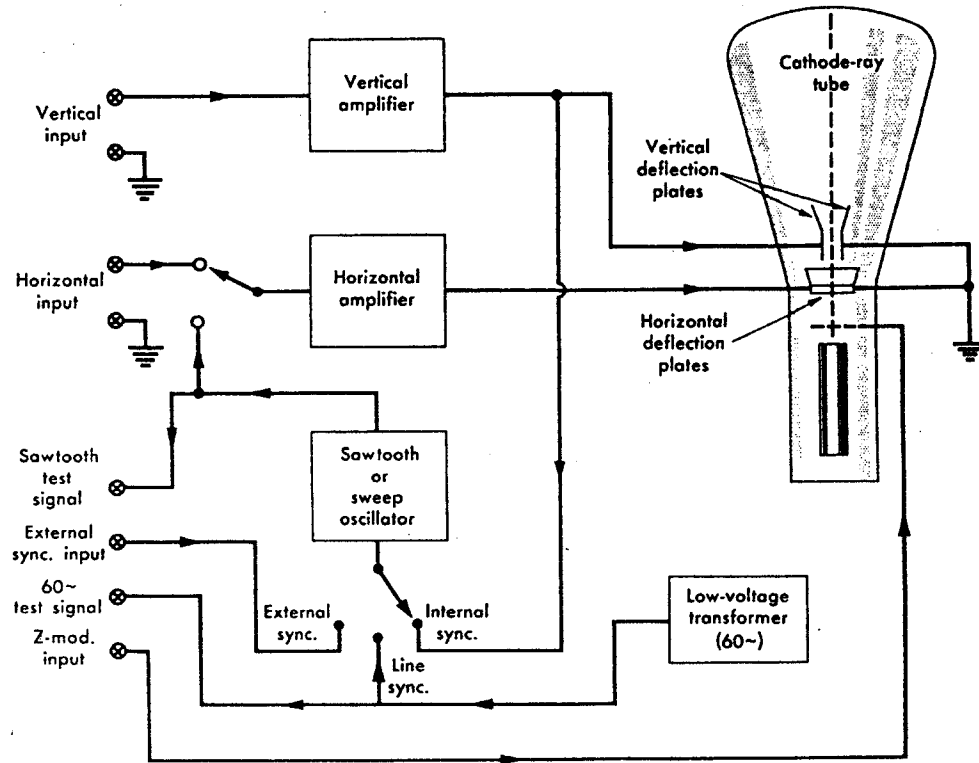


Fig.1.6 Block diagram of a typical general-purpose oscilloscope.

4.2 Function Generator

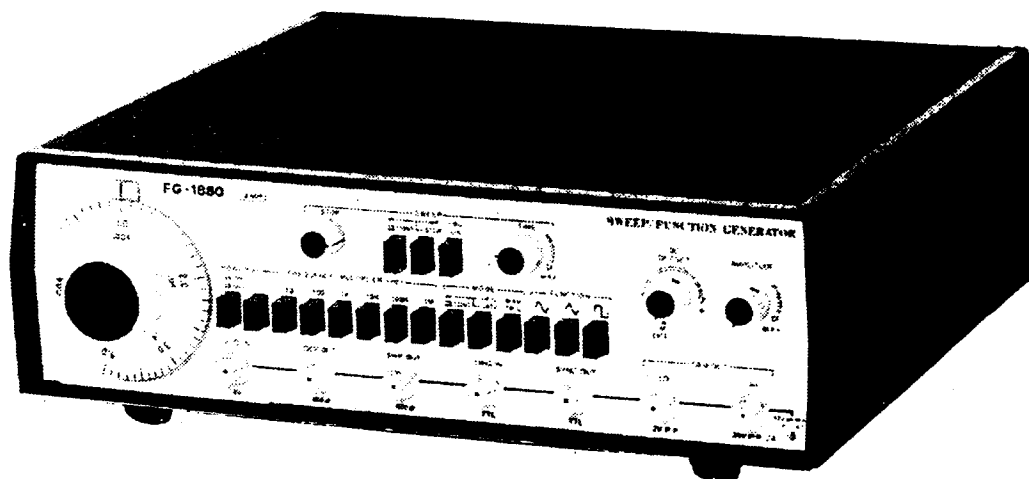


Fig.1.7 Function Generator (ED FG-1880)

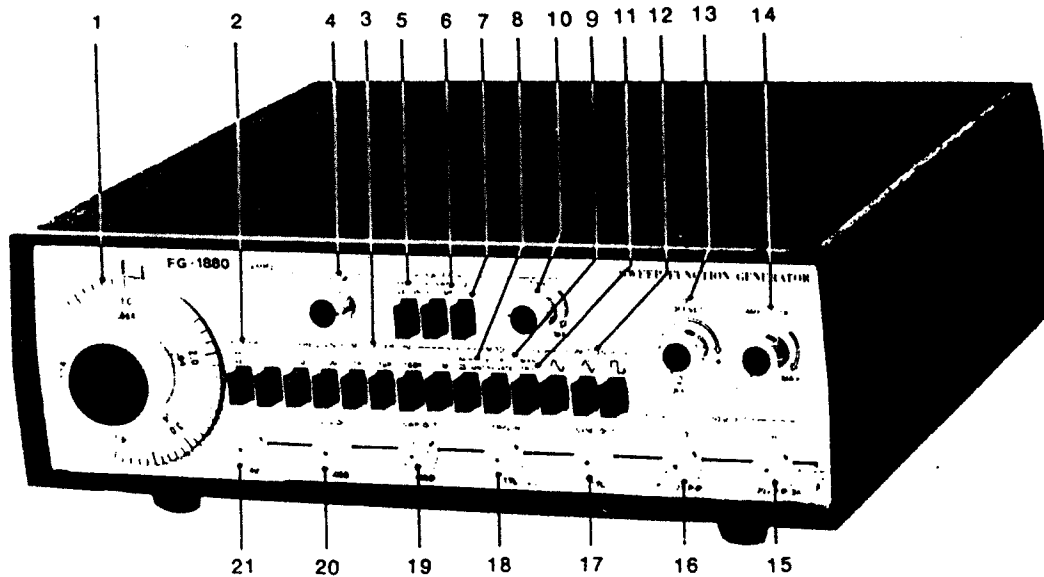


Fig.1.8 MODEL FG-1880의 전면 PANEL 설명

Fig.1.7, Fig.1.8은 국내의 ED엔지니어링회사에서 제작, 판매되고 있는 FG-1880 Sweep/Function Generator로서, 일반적인 Function Generator와는 달리, 여러가지 Sweep기능이 갖추어져 있고, F-V, V-F Conversion에도 응용될 수 있다. 그러나 여기서는 Function Generator로서만 능숙하게 사용할 수 있으면 충분하므로 4, 5, 6, 7, 10 및 17, 18, 19, 20, 21은 생각하지 않아도 좋다. 5는 CONTInuons에, 7은 LINEar에 놓도록 한다.

기타 세부적인 사용방법은 실험을 하면서 이해하도록 하고, 여러가지 Sweep 기능을 비롯하여 특수한 사용법에 관해서 알고 싶은 사람은 담당조교에게 문의하기 바란다.

4.3 Digital Multimeter

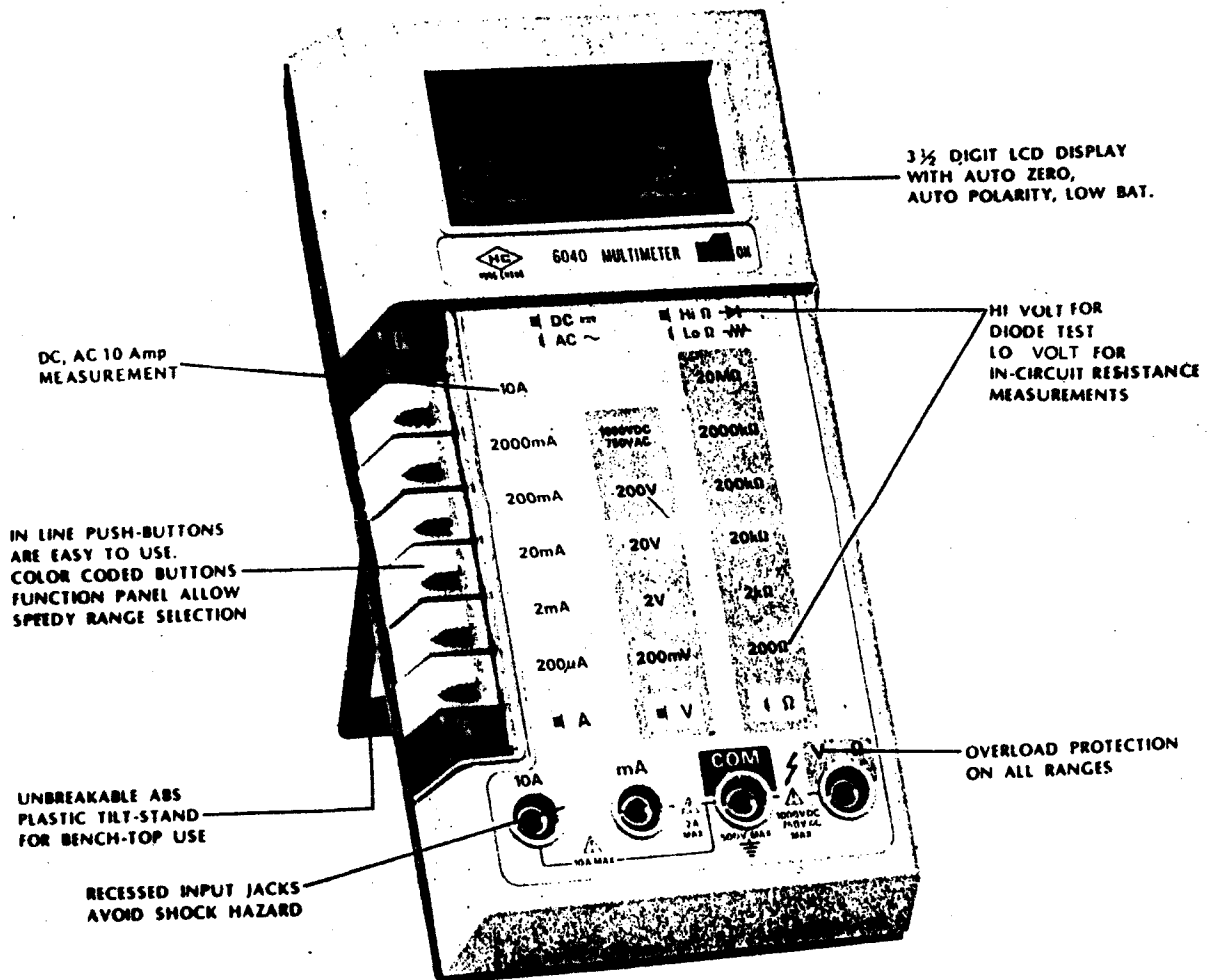


Fig.1.9 Digital Multimeter(HC-7040)

Fig.1.9는 홍창제품으로 저항, 전압, 전류를 잴 수 있는 Digital Multimeter이다. 맨 아래의 Button Switch와 아랫부분의 Lead선 연결부에 의해 기능이 결정된다. 예를 들면 맨 아래 Button이 눌러지지 않은 상태에서, Lead선을 『COM』과 『V/Ω』에 꽂아서 쓰게 되면 전압을 재는 상태이며, 맨 위의 Button이 눌러지지 않은 상태이면 직류전압을 재는 것이다. 가운데 Button들은 Range(바꾸어 말하면 정밀도)를 선택하는 것이다. 여러분들은 주로 전압을 재는 용도로 DMM을 많이 사용하게 될 것이다.

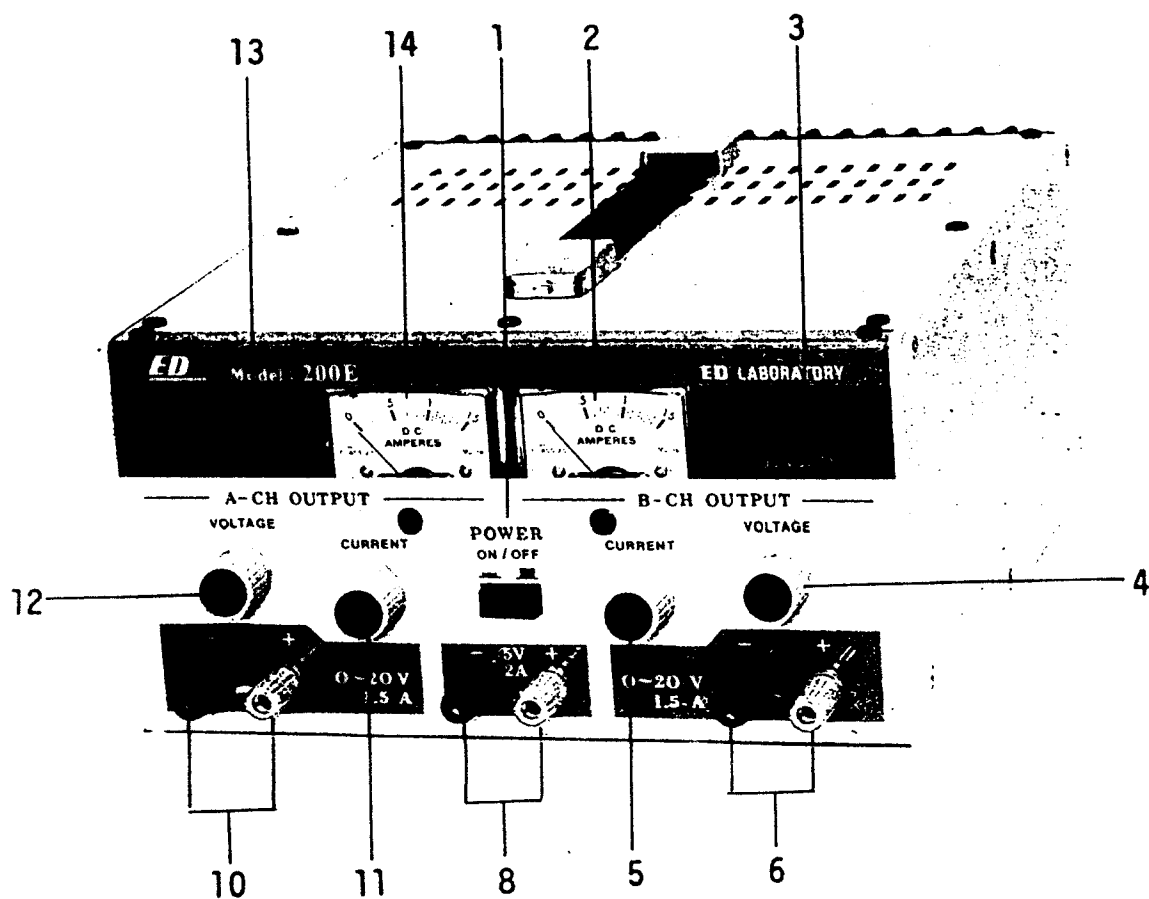


Fig.1.10 ED-200E DC Power Supply Front Panel View

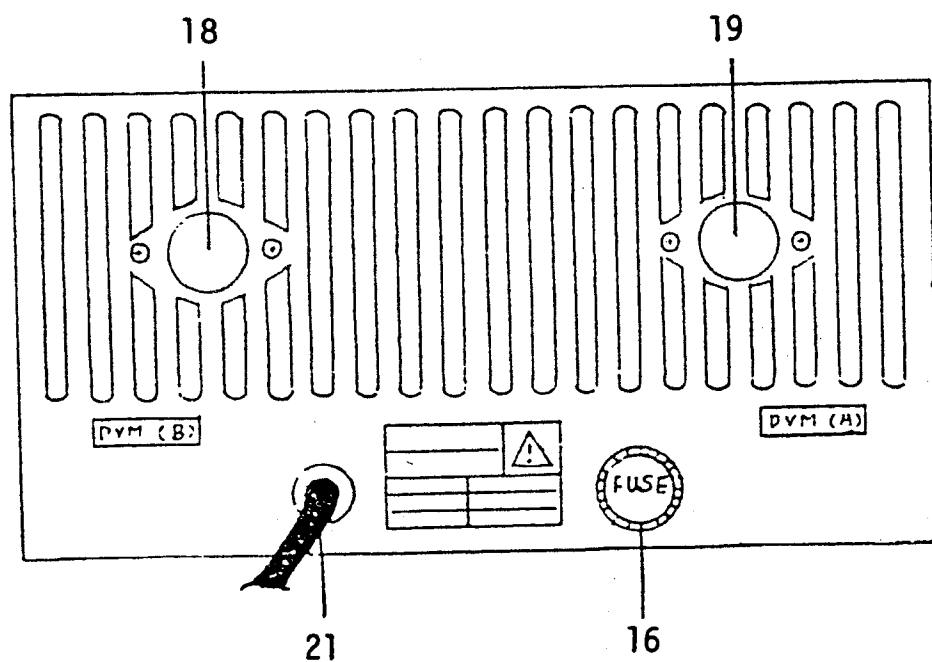


Fig.1.11 ED-200E DC Power Supply Rear Side View

4.4 DC Power Supply

Fig.1.10, Fig1.11은 ED엔지니어링 제품인 ED-200 Dual Power Supply로서 각각 0 ~ 20V, 1.5A Max.의 DC Power Supply가 2개 들어 있다.

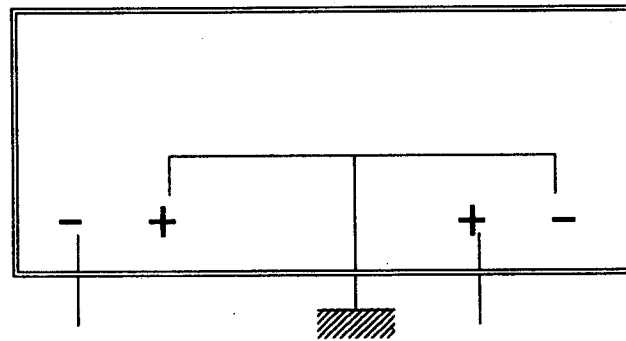


Fig.1.12 Power Supply의 단자 연결

Fig.1.12와 같이 결선하면 $-20V \sim 0V \sim +20V$ 의 DC Power Supply로 쓸 수 있는데, 상당수의 학생들이 공통 Ground 연결을 잘못하는 경우가 많았다. 전류는 아날로그 계기에 나타나며, 전압은 디지털로 나타나는데 정확한 값은 아니므로 그 값을 정확한 것으로 믿어서는 안된다. 1번 스위치는 2개의 Transformer의 1차 권선에 전류를 흘려 주는 것이며 5, 11 스위치는 각각 2차 권선을 개폐하는 것이다. 따라서 Fig.1.12와 같이 쓰는 경우에는 3개의 스위치는 모두 ON 되어야 출력이 나올 것이다.

4.5 Frequency counter

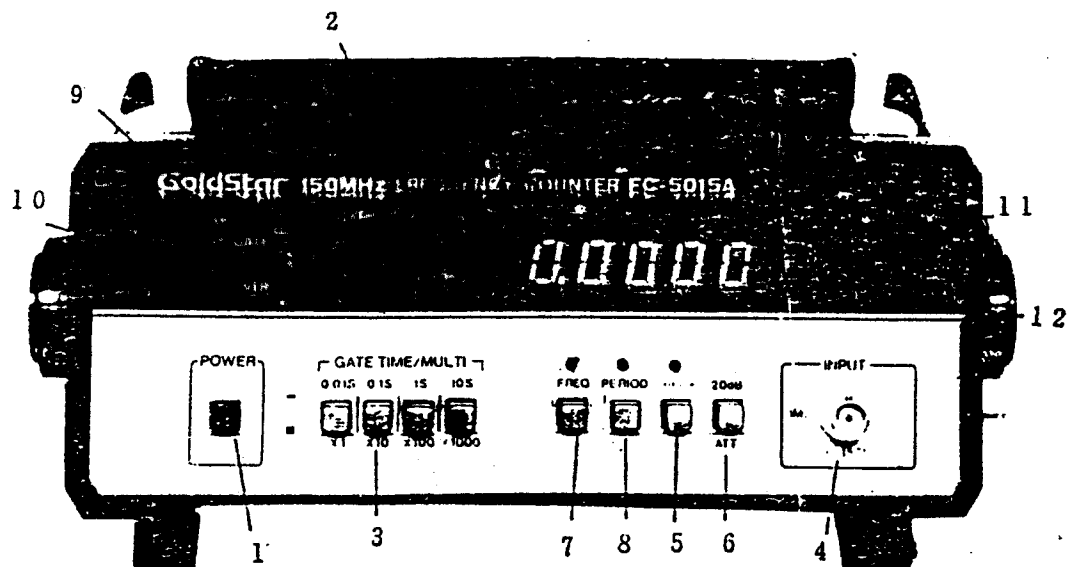


Fig.1.13 Frequency counter (GoldStar, FC-5015A)

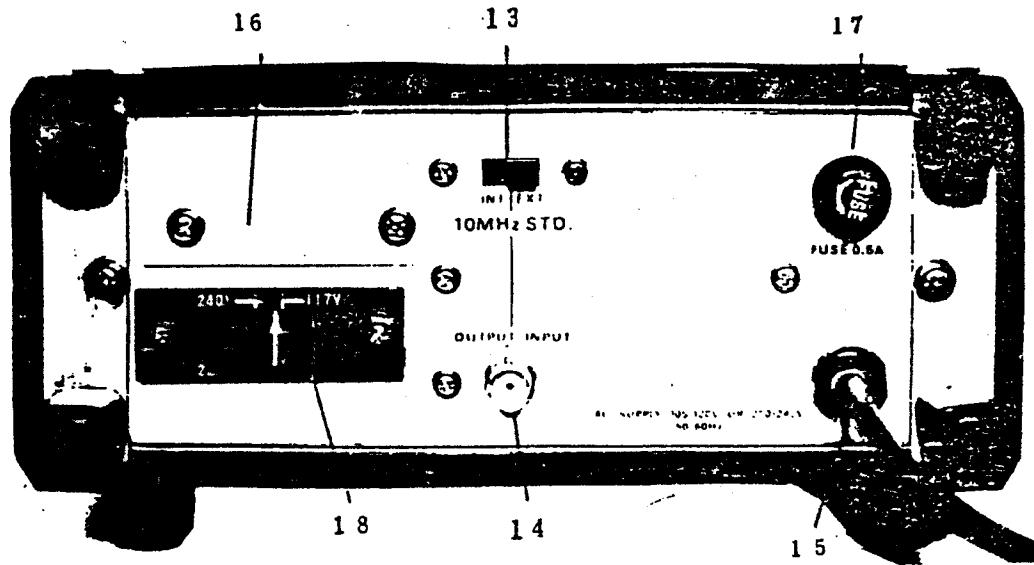


Fig.1.14 FG-5015A의 후면

Fig.1.13, Fig.1.14는 금성사 제품 Frequency Counter로서, 모델명은 FG-5015A이다. 주파수 측정 범위는 100Hz ~ 150MHz이므로 10Hz미만의 주파수는 오차가 많이 있을 것으로 예상되며, 입력감도는 100Hz ~ 100MHz의 신호에 대해서는 20mV_{rms}이며, 10Hz ~ 100Hz, 100MHz ~ 150MHz의 신호에 대해서는 50mV_{rms}이다. 최대입력전압은 10Hz ~ 1KHz의 신호에 대해서는 250V_{rms}, 1KHz ~ 100KHz의 신호에 대해서는 20V_{rms} 100KHz ~ 150MHz에 대해서는 5V_{rms}이다.

4.6 Potentiometer



(a) Model 22HP-10



(b) Model MG20-22B

Fig.1.15 Potentiometer

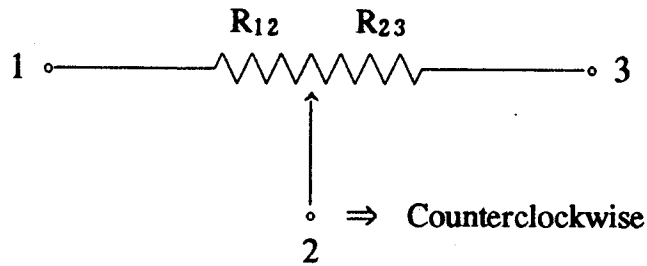


Fig.1.16 가변저항

Fig.1.15(a)는 $1k\Omega$ Helicalohm Potentiometer로서 그 기능은 Fig.1.16과 같이 일반적인 가변저항과 다를 바 없으나, 미세조정이 가능하고, 설정된 저항치가 변하지 않는다는 장점이 있다. Fig.1.15(b)와 같은 Dial을 붙여 쓰는 경우가 많은데, 이를 테면 눈금이 570이면, R_{12} 는 $\frac{570}{1000} \times 1k\Omega = 570\Omega$, R_{23} 는 $\frac{430}{1000} \times 1k\Omega = 430\Omega$ 이다.

4.7 내부저항

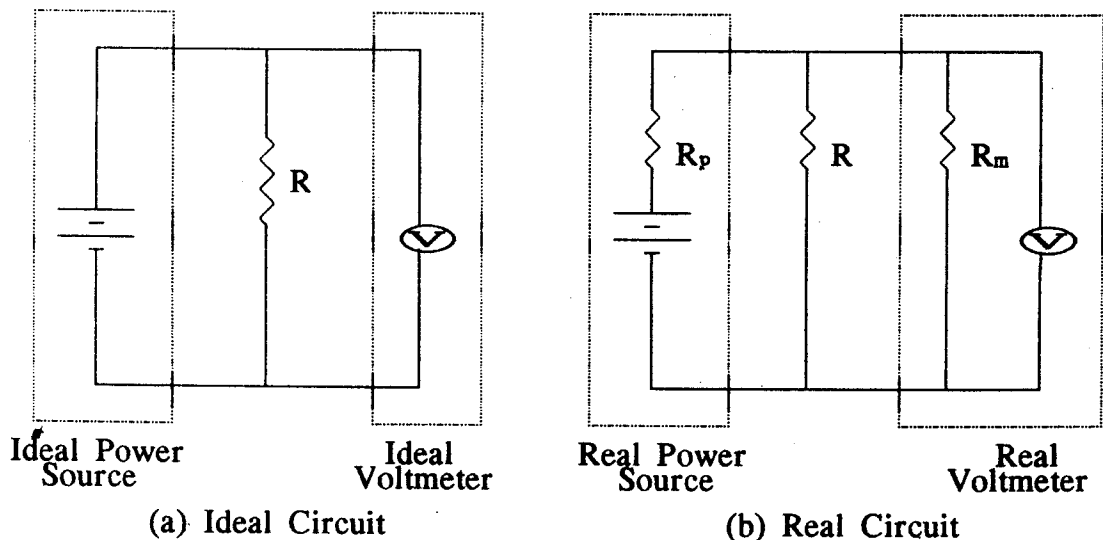


Fig.1.17 측정장치의 내부저항 예시도

Power Source와 측정계기들은 구조상 자체의 내부저항을 가지고 있기 때문에 이러한 장치들을 이용할 때에는 가끔 당황할 때가 있다. 이를테면 같은 전압을 재는데도 회로구성 상태에 따라 값이 다르든가, Power Source의 전압도 달라진다고 하는 경우가 있다. 여기서 측정장치라 함은 단순한 Voltmeter만 말하는 것이 아니고 Oscilloscope 종류를 비롯하여 여러분들이 보는 대부분의 신호처리 장치들을 말하며, Power Source도 건전지나 DC Power Supply

뿐 아니라 Function Generator를 비롯한 여러가지 신호 발생기들, Sensor Transducer들도 여기에 속한다. 일반적으로 좋은 (그래서 가격이 비싼) 측정 장치들은 Input Impedance가 크고, 좋은 Power Source는 Output Impedance가 작다고 하는데 그 이유는 무엇인가? 여러분들이 갖고 있는 장치들의 Input, Output Impedance를 보라.

실 험 1 : 공통 실험장치의 사용법

1. Oscilloscope에 의한 전압측정

1-1. Oscilloscope set up

- (1) Power를 On 한다.
- (2) 입력절환 스위치를 GND에 놓는다.
- (3) Mode 선택 스위치를 CH1에 놓는다.
- (4) TIME/DIV은 0.5ms에 놓는다.
- (5) VOLT/DTV은 0.5에 놓는다.
- (6) 수평방향 조절 손잡이와 수직방향 조절 손잡이를 이용하여 Beam을 적당 한 위치에 놓는다.
- (7) INTENSITY와 FOCUS 손잡이를 이용하여 Beam의 굵기를 적당히 한다.

1-2. F.G. set up

- (1) FUNCTION 선택자를 sine wave에 놓는다.
- (2) DC OFFSET은 off 시켜 놓는다.
- (3) AMPLITUDE는 MAX에 놓는다.
- (4) FREQUENCY는 1kHz에 맞춰 놓는다.
- (5) POWER를 ON 시킨다.

1-3. 실험

- (1) F.G.의 LO output 단자와 Oscilloscope의 Channel 1 input 단자를 연결 한다.
- (2) 입력절환 스위치를 AC에 놓는다.
- (3) 화면에 나타난 파형으로부터 Peak-to-Peak의 칸수를 세고 이를 기록한다. 또한, 이로부터 VOLTAGE를 측정한다.
- (4) Oscilloscope의 VOLT/DIV 선택 스위치를 1에 놓고 위 실험(3)을 되풀이 한다.
- (5) Oscilloscope의 VOLT/DIV 선택 스위치를 2에 놓고 (3)번을 되풀이 한다.

* Triggering lever를 조정할 필요가 있는지 확인.

VOLT/DIV setting	peak-to-peak(칸수)	peak-to-peak(칸수)
0.5		
1		
2		

2. Oscilloscope에 의한 주파수와 주기 측정

- (1) Oscilloscope의 TIME/DIV를 0.1msec/DIV에 맞추어 놓는다.
- (2) VOLT/DIV은 1 VOLT/DIV에 맞추어 놓는다.
- (3) FG의 LO output 단자와 Oscilloscope의 CH1 input 단자와 연결한다.
- (4) Oscilloscope와 FG의 power를 ON 시킨다.
- (5) FG에서 임의의 sine wave를 발생시킨다. (Oscilloscope 화면에 대략 10 개 정도의 wave가 나타나도록)
- (6) Oscilloscope 화면상의 10칸당 들어가 있는 wave의 갯수를 측정하여 기록한다.
- (7) TIME/DIV를 각각 0.2, 0.5, 1, 2 msec/DIV에 놓고 위 실험을 반복한다.

Seconds/Div setting	# of full waves in 10 maj div	time period(s) in 10 maj div	주기 (s)	주파수 (Hz)
0.1m				
0.2m				
0.5m				
1m				
2m				

3. DMM에 의한 저항측정

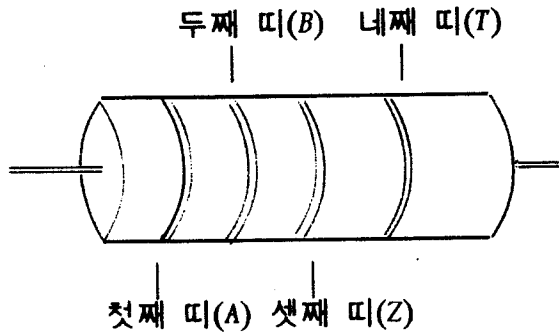
3-1. DMM set up

- (1) 검은색 선을 'COM' 입력 단자에 꼽는다.
- (2) 빨간색 선을 'V/Ω' 입력 단자에 꼽는다.

(3) Function은 『Ω』으로 하고 Range는 대략 저항값과 비슷한 범위에 놓는다. (DMM의 Range가 저항값보다는 커야 한다.)

* 저항 색채기호는 아래표와 같다.

(4) Power를 ON 시킨다.



$$\text{저항값} = (A \times 10 + B) \times 10^Z$$

색	A	B	Z	오 차
검정	0	0	0	
갈색	1	1	1	
적색	2	2	2	
주황색	3	3	3	
노랑색	4	4	4	
녹색	5	5	5	
청색	6	6	6	
자주색	7	7	7	
회색	8	8	8	
흰색	9	9	9	
금	-	-	-1	5%
은	-	-	-2	10%

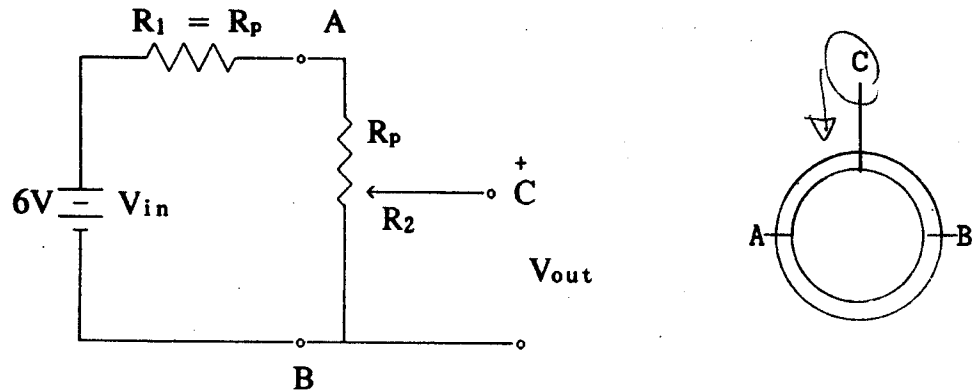
3-2. 실험

각기 다른 저항값을 가지고 있는 6개의 저항을 DMM으로 측정하고 값을 기록한다. 이로부터 측정값과 표시값과의 오차를 구한다.

저항기 번호	표시된 저항값 $R_d(\Omega ; \%)$	측정한 저항값 $R_m(\Omega)$	오 차 $100 \times (R_d - R_m) / R_m (\%)$
1			
2			
3			
4			
5			
6			

4. 가변저항기에 의한 전압의 분포 측정

(1) 다음과 같은 회로를 꾸민다.



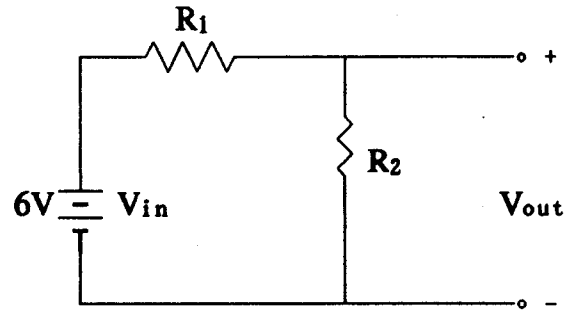
(2) 가변저항기를 4가지의 각기 다른 값으로 setting시켜 놓은 후 각각의 값에 따른 R_1 , R_2 , R_p , V_{in} , V_{out} 을 DMM으로 측정한다. 이를 기록한다.

* 주의 : 저항을 측정할 때는 전원을 연결하지 않는다. V_{in} 을 측정할 때는 전원이 회로와 연결이 되어 있어야 한다.

set	$R_1(\Omega)$	$R_p(\Omega)$	$R_2(\Omega)$	$V_{in}(V)$	$V_{out}(V)$	
					측정값	계산값
1						
2	same	same		same		
3	same	same		same		
4	same	same		same		

5. DMM의 내부저항

(1) 다음과 같은 회로를 꾸민다.



(2) 다음과 같은 저항의 조합에 의한 V_{in} 과 V_{out} 을 측정하고 이때의 값을 기록한다.

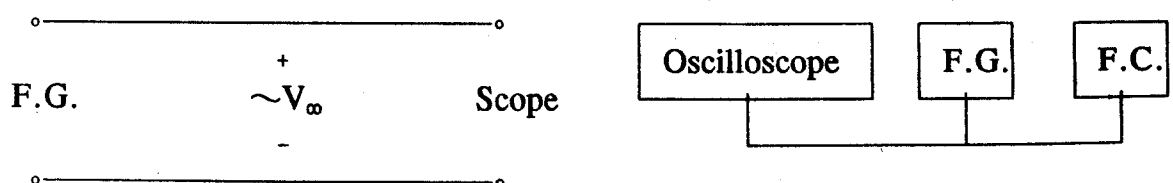
set	$R_1(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
1	1k	1k
2	10k	10k
3	100k	100k
4	1M	1M
5	10M	10M

set	$R_1(\Omega)$	$R_2(\Omega)$	$V_{in}(V)$	$V_{out}(V)$	$\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in}(V)$
1					
2					
3					
4					

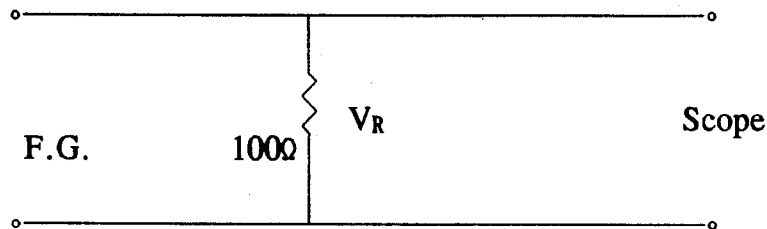
DMM의 내부 저항 :

6. F.G.의 내부저항 측정

(1) F.G.의 LO output을 Oscilloscope의 왼쪽 단자에 그림과 같이 연결한다.



- (2) Oscilloscope는 0.1msec/DIV 1VOLT/DIV으로 setting한다.
- (3) F.G.로부터 10kHz 2 Volt peak-to-peak sine wave를 발생시킨다.
이때 DC Offset Switch는 off시킨다.
- (4) 다음 그림과 같이 100 Ω 의 저항을 연결한다.



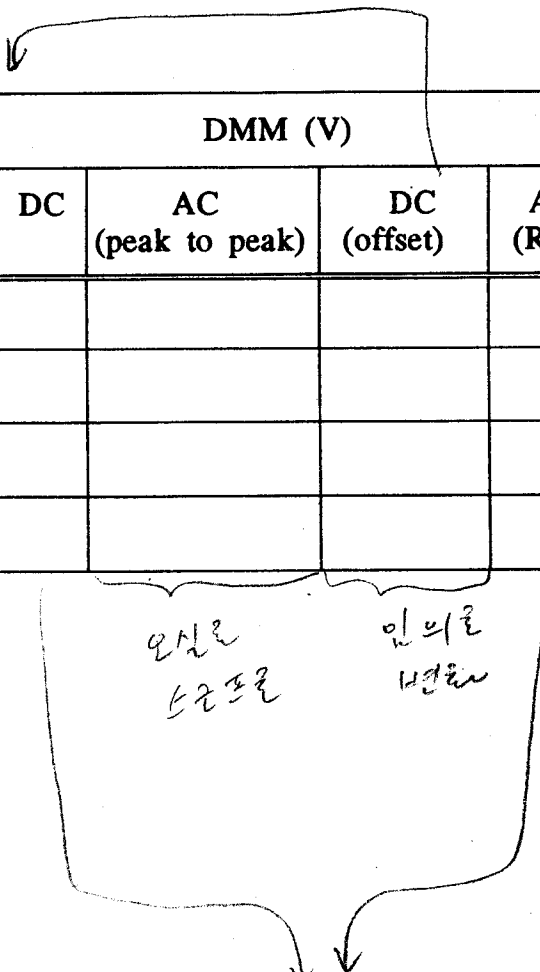
- (5) V_{∞} 와 V_R 를 측정하여 이 값을 기록한다.

* Oscilloscope를 관찰하여 보면 저항을 연결하지 않았을때와 저항을 연결했을 때의 peak value가 큰 차이가 난다. 즉, Oscilloscope로부터 V_{∞} 과 V_R 를 측정한다.

V_{∞}	V_R	R	내부저항
		100 Ω	

7. Root-Mean-Square Value

- (1) F.G.에서 100Hz peak-to-peak 2Volts의 sine wave를 발생시킨다.
- (2) Oscilloscope의 입력절환 스위치를 GND에 놓고 Beam을 화면의 중앙에 오게 한다.
- (3) Oscilloscope의 입력절환 스위치를 DC에 놓는다. TIME/DIV은 20msec/DIV에 맞춘다.
- (4) DMM을 써서 F.G.로부터 나오는 파형의 DC성분과 AC성분의 Voltage를 측정한다.
- (5) Frequency를 바꾸어 가면서 위 실험을 반복한다.
- (6) F.G.에서 DC Offset을 주면서 위 실험을 반복한다.
- (7) Wave의 모양을 바꾸어 가면서 위 실험을 반복한다.



주파수 (Hz)	DMM (V)			
	DC	AC (peak to peak)	DC (offset)	AC (RMS)
100				

인식으로
표준

인의로
변위

DMM으로 측정