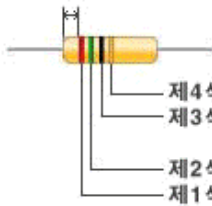


1. 멀티미터계 및 오실로스코프 사용

I. 배경지식

(1)저항 색코드 읽기

끝에서부터 color까지의폭이 좁은쪽 부터 읽어나갑니다.



제4색띠 : 저항값의 오차표시
 제3색띠 : 셋째 수 (곱하는수,0의 갯수)
 제2색띠 : 둘째 수
 제1색띠 : 첫째 수

제1 색 띠	제2 색 띠	제3 색 띠	제4 색 띠	저항 오차
주황 띠	주황 띠	적색 띠	금색 띠	±5% → 3300Ω = 3.3kΩ, 오차±5%
갈색 띠	흑색 띠	금색 띠	금색 띠	±5% → 1Ω, 오차±5%
노랑 띠	보라 띠	노랑 띠	금색 띠	±5% → 470000Ω = 470kΩ, 오차±5%

색 상 COLOR	저항 환산 표			
	첫째 수	둘째 수	셋째 수(곱하는 수)	오차표시
검 정(흑색)	0	0	1	
밤 색(갈색)	1	1	10	
빨 강(적색)	2	2	100	
주황색(동색)	3	3	1000	
노 랑(황색)	4	4	10000	
초록색(녹색)	5	5	100000	
파랑색(청색)	6	6	1000000	
보라색(자색)	7	7	10000000	
회 색(회색)	8	8	100000000	
흰 색(백색)	9	9	1000000000	
금 색			0,1	± 5%
은 색			0,01	± 10%
무 색				± 20%

(2) 브레드보드 사용법

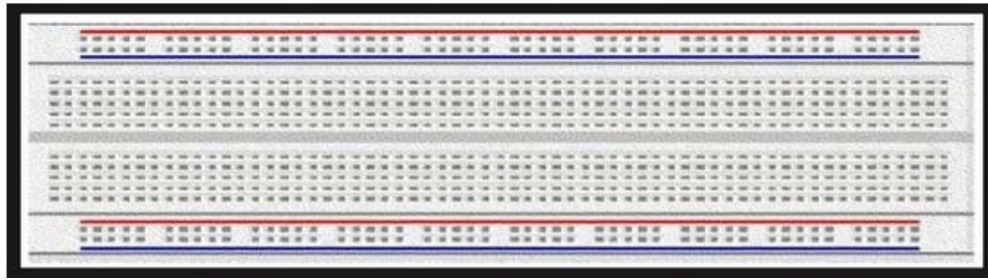


그림 2 브레드 보드의 윗면

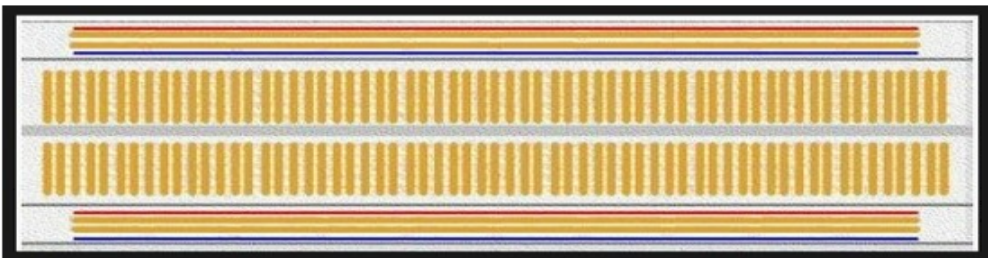


그림 3 브레드 보드의 내부 구조

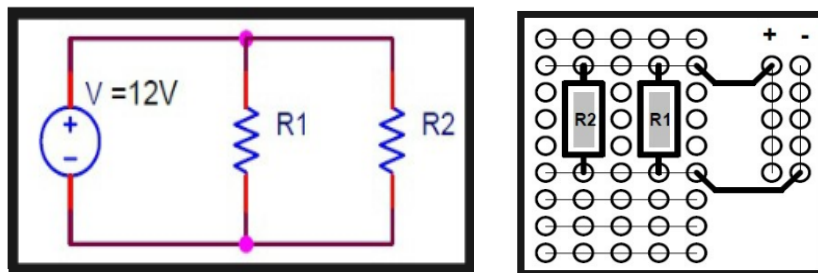


그림 4 저항의 병렬연결 방법

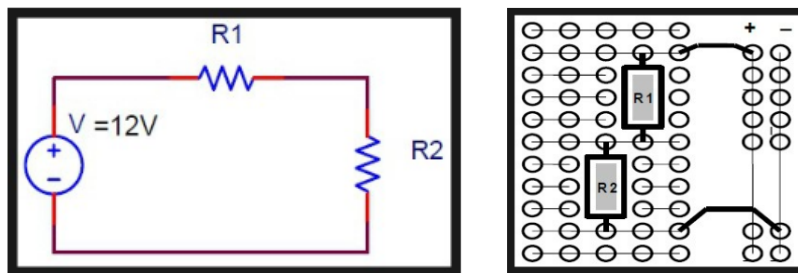


그림 5 저항의 직렬연결 방법

II. 직류전류계

(1) 실험목적

직류전류계의 기능과 사용법을 익힌다.

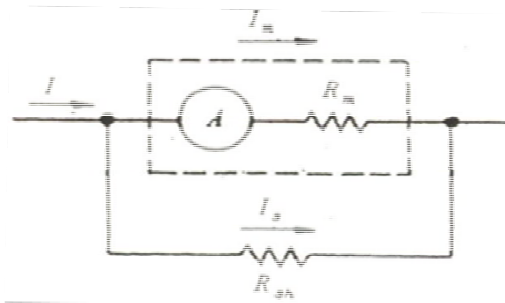
(2) 실험원리

가동 코일 검류계에 분류저항(shunt) R_{sh} 를 연결하면 회로에 흐르는 전류 I 를 측정할 수 있다. 측정하고자 하는 최고전류 I 와 검류계가 전 눈금(full scale)을 가리킬 때 이를 통하여 흐르는 전류 I_m 과는

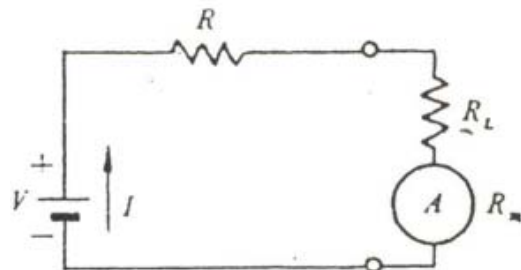
$$(I - I_m)R_{sh} = R_m I_m \quad (1)$$

의 관계가 성립한다. 여기서 R_m 은 검류계의 내부저항이다(그림1 참조). 그러므로 R_{sh} 값을 조절하면 I_m 보다 큰 임의의 전류를 측정할 수 있다. 이 원리를 써서 분류저항을 검류계에 부착시켜 만든 것이 직류전류계이다.

전류계는 전류를 측정하고자 하는 회로에 직렬로 연결하여 사용한다.(그림2 참조). 이때 전류계의 내부저항에 의한 전압강하가 생기므로 전류계를 선택할 때는 측정하려는 부하의 저항에 비하여 내부저항이 충분히 작은 것을 선택하여야 한다.



<그림1. 직류 전류계>



<그림2. 전류계의 사용법>

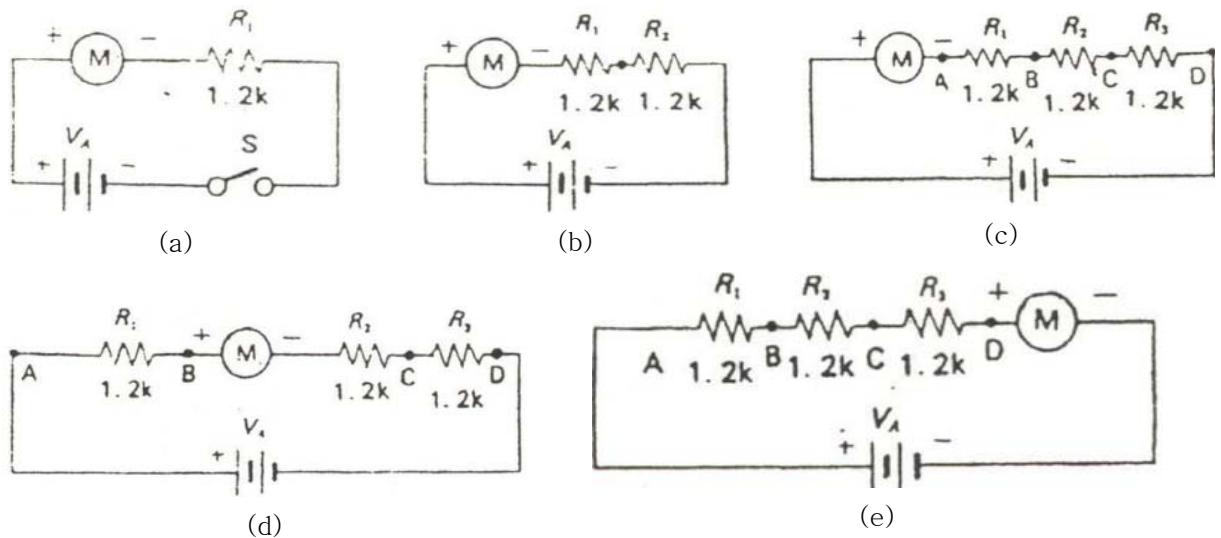
전류계는 측정 한계에 따라 마이크로암미터, 밀리암미터, 암미터로 분류되며, 상대 정밀도는 1 ~ 15%까지 여러 등급이 있다.

(3) 실험소요도구

품 번	품 명	규 격	소요량	비 고
25-1	전원	1.5V 건전지	6개	
25-2	직류전류계	0~10mA 직류전류계	1대	
25-3	저항		3개	
25-4	배선용 전선 및 공구			

(4) 실험방법

- ① 그림3(a)과 같이 연결한 후 실험담당자의 점검을 받기 전에는 전지의 리이드선을 연결하지 않는다.
- ② 점검이 끝난 다음 전지의 (+)리이드선을 연결하여 전류계의 눈금을 읽고 그 값을 기록한다.
- ③ 그림3(b)과 같이 회로를 연결하고, 측정된 전류 값을 기록한다.



<그림3. 전류의 측정>

- ④ 그림3(c)과 같이 연결하고, 이때의 전류치를 측정하여 기입한다.
- ⑤ 그림3(d)과 같이 전류계를 B로 이동하고, 계기의 극성에 주의하여서 측정된 후 기입한다.
- ⑥ 그림3(e)과 같이 전류계의 위치를 D로 이동하고 측정전류를 기록한다.

(5) 질문

- ① 내부저항이 $1k\Omega$, 전 눈금이 $50\mu A$ 인 검류계로 $1A$ 를 잴 수 있는 검류계를 만들려면 얼마만한 크기의 분류저항을 써야 하는가?
- ② 내부저항이 1Ω 인 전류계로 저항이 50Ω 인 회로를 잴 때 전류계의 내부저항에 의한 회로의 전압강하는 몇 %인가? 또 이 때 측정된 전류의 상대오차는 얼마인가? (그림2를 참조하라)

Ⅲ. 직류전압계

(1) 실험목적

직류전압계의 기능과 그 사용방법을 익힌다.

(2) 기초원리

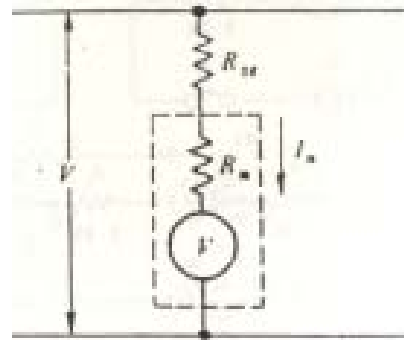
가동코일 검류계의 양단에 걸리는 전압 V_m

$$V_m = R_m I_m \quad (2)$$

이 되며, 검류계에 직렬로 분압저항 R_{se} 를 연결하면 측정하고자 하는 최고전압 V 는 다음과 같다.

$$V = (R_{se}) + (R_m) I_m \quad (3)$$

따라서 R_{se} 의 값을 조절하여 $V_m = R_m I_m$ 보다 큰 전압을 측정하는 직류 전압계를 만들 수 있다.(그림4 참조)

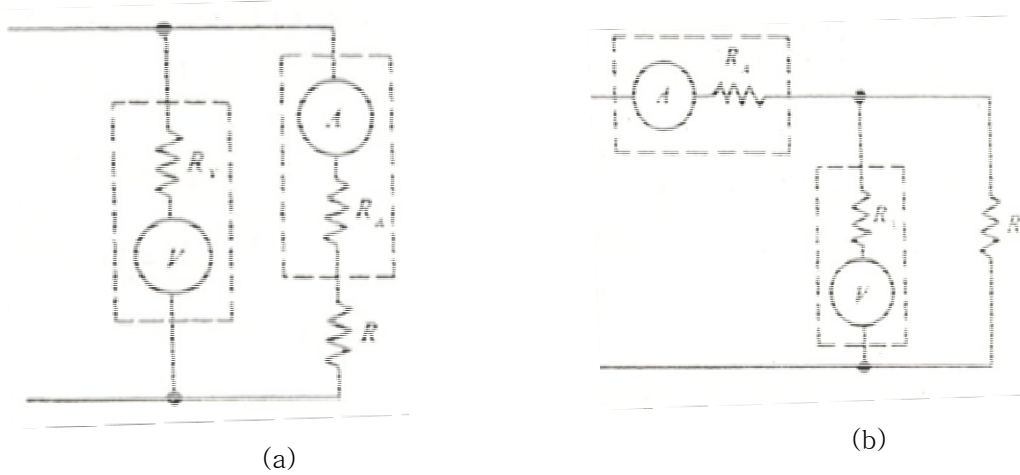


<그림4. 직류전압계>

전압계는 전위차를 재고자 하는 두 점에 병렬로 연결하여 사용한다[그림5(a) 또는 (b)참조]. 전압계를 회로에 연결하면 전압계를 통하여 흐르는 전류 때문에, 원래의 전류량에 영향을 미치므로 전압계를 선택할 때 내부저항이 충분히 큰 것을 선택하여야 한다.

측정회로에 영향을 미치지 않고 전압을 측정하려면 전위차계(potentiometer)를 써서 평형회로를 만드는 방법이 있다.

또 전압 측정에서 소요되는 전류를 최소로 줄이기 위하여 고안된 계기 중에는 진공관전압계(vacuum tube voltmeter: VTVM이라 약한다), Digital 전압계, Electrometer가 있다.



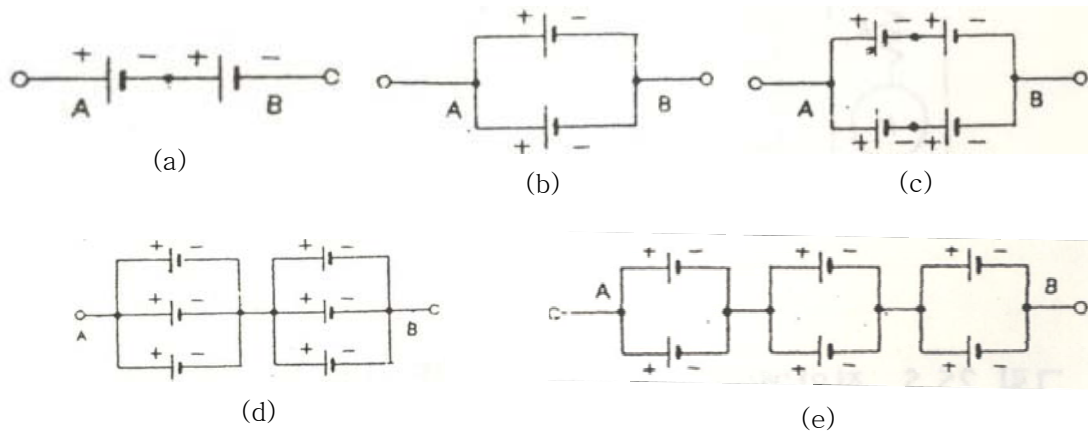
<그림5. 전압계(a)와 전류계(b)를 사용하는 두 가지 방법>

(3) 실험소요도구

품 번	품 명	규 격	소요량	비 고
25-5	전원	1.5V 건전지	6개	
25-6	직류전압계	VTVM 또는 이와 동등한 것	1대	
25-7	배선용 전선 및 공구			

(4) 실험방법

- ① 전압계를 사용하기에 앞서 설명서를 숙독하고, 계기의 스위치를 적당히 설정한 후 실험 담당자의 점검을 받는다.
- ② 그림6(a)과 같이 건전지 1~2개를 직렬로 연결하고 A와 B사이의 전체전압을 측정하여 그 값을 기록한다.
- ③ 건전지를 6개까지 차례로 직렬 접속하여 각각의 경우의 전체 전압을 측정하여 그 값을 기록한다.
- ④ 그림6(b)과 같이 건전지 2개를 병렬 접속하여 A와 B사이의 전체 전압을 측정하여 기록한다.
- ⑤ 건전지를 6개까지 병렬접속하고 각각의 경우의 전체 전압을 기록한다.
- ⑥ 그림6(c), 그림6(d), 그림6(e)과 같이 전지를 직렬 및 병렬로 접속하고 그들의 전체 전압을 측정하여 기록한다.



<그림6. 전류의 측정>

(6) 질문

- ① 내부 저항이 $1k\Omega$, 전 눈금이 $50\mu A$ 인 검류계로 $1V$ 를 잴 수 있는 전압계를 고안하여라.
- ② 내부저항이 $10k\Omega$ 인 전압계로 500Ω 인 저항의 양단의 전압을 잴 때, 전압계에 흐르는 전류는 저항을 통하여 흐르는 전류의 몇 %인가? 또 이 때 측정한 전압의 상대오차는 얼마인가(그림5를 참조하라)?

IV. Multimeter

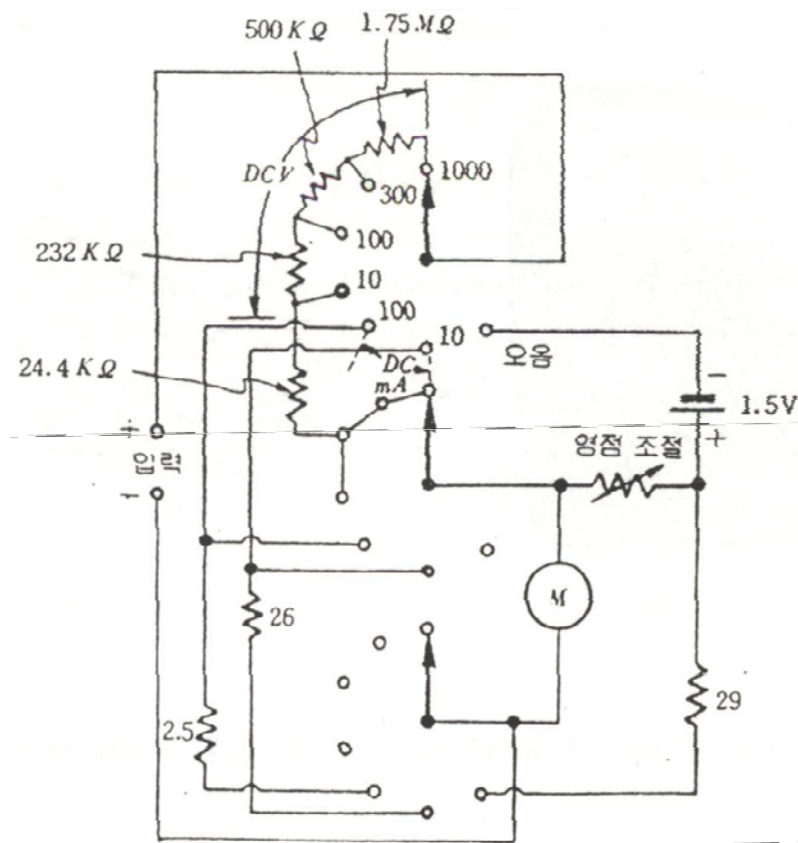
(1) 실험목적

멀티미터(Multimeter)의 기능과 사용방법을 익힌다.

(2) 기초원리

테스터, 회로테스터, 멀티미터(multimeter) 또는 전압-저항-밀리암미터(volt-ohm-miliammeter: VOM 이라고 약하기도 한다(는 전기회로를 점검하기에 편리하도록 기본미터(가동 코일형 검류계) 하나로 전압(직류 및 교류), 직류전류, 전기저항을 측정할 수 있도록 고안된 것이다.

직류 전압은 직렬 저항을 직류전류는 분류(shunt)저항을, 교류전압은 정류회로와 직렬저항을 선택단자로 선택함으로써 측정하게 되어 있다.

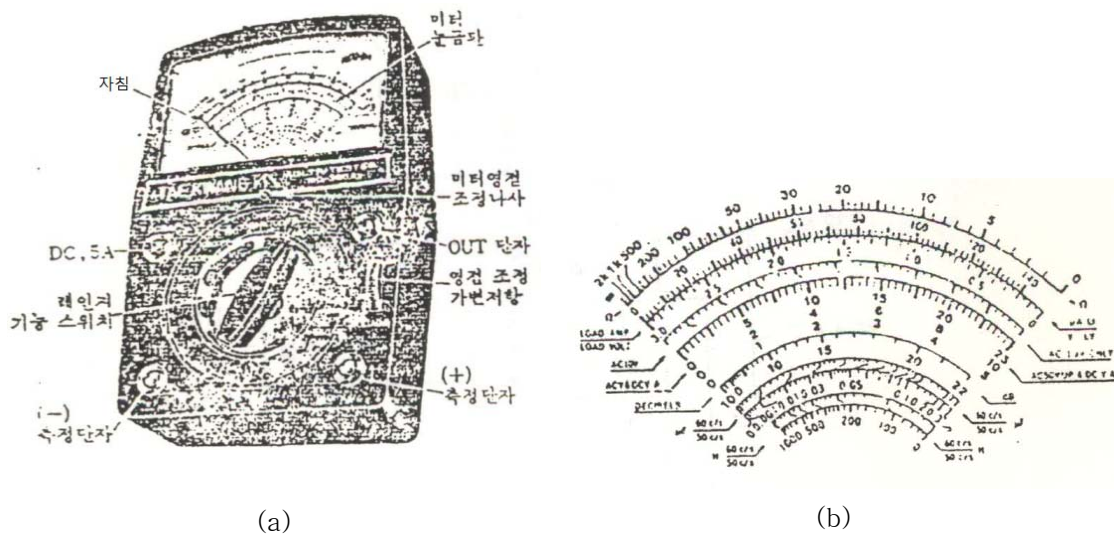


<그림7. 간단한 멀티미터의 회로도>

저항측정은 멀티미터 안에 있는 건전지를 전원으로 하여 미지 저항에 흐르는 전류를 측정함으로써 저항 값을 읽게 되어 있다(그림7 참조). 저항에 흐르는 전류와 저항 값은 서로 반발하므로 멀티미터의 저항 눈금 간격이 일정하지 않으며, 저항 눈금의 영점은 전류계의 영점의 반대편이 된다(그림8 참조).

멀티미터를 사용할 때 주의하여야 할 몇 가지 사항은 다음과 같다.

- ① 전압 또는 전류를 측정할 때에는 측정하고자 하는 값에 적합한 범위의 단자와 다이얼을 선택하여야 한다. 만일 그 범위를 어렵하기 어려울 경우에는 높은 값에서부터 내려오면서 측정한다. 전류나 전압을 측정할 때에 너무 높은 값이 계기에 걸리면 회로를 태울 위험이 있다.
- ② 저항을 측정할 때에는 먼저 멀티미터 도선을 단락(short)시켜 영점을 맞춘다. 그리고 측정하려는 저항에 다른 전압이 걸려 있으면 안 된다.
- ③ 저항을 측정할 때 극성이 문제가 되는 경우에는(diode transistor의 극성을 찾을 때) 멀티미터 도선의 +단자가 음극이고 -단자가 양극임에 유의하라.
- ④ 멀티미터를 보관할 때에는 다이얼을 "off", 또는 도선을 빼어 놓는다. 다이얼은 AC 100 V 이상에 놓아 보관하는 것이 좋다.



<그림8. (a) 멀티미터의 각 부 명칭과 (b) 눈금 스케일>

(3) 실험소요도구

품 번	품 명	규 격	소요량	비 고
25-8	DC 공급 전원	건전지 1.5V		
25-9	저항	10Ω, 100Ω, 330Ω, 470Ω, 1kΩ, 3.3kΩ, 10kΩ, 47kΩ, 56kΩ, 100kΩ 1/4W	각각 2개	
25-10	멀티미터(VOM)		1대	
25-11	함수 발생기		1대	

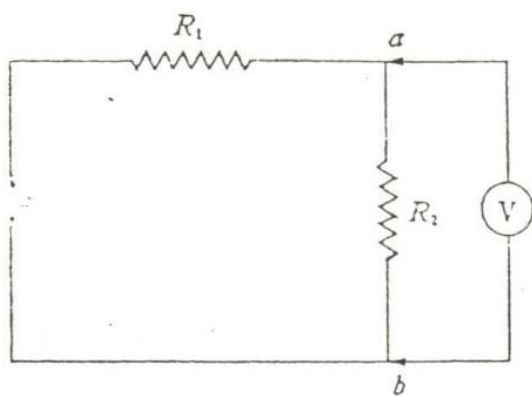
(4) 실험방법

① 저항측정

멀티미터의 기능스위치를 Ω레인지에 두고 미리 준비된 동일하게 표시되어 있는 저항 2개씩으로 된 10조의 저항에 대하여 각각의 색채기호, 측정된 눈금 빛 배율기의 값을 읽어 기록한다.

② 직류전압 측정

그림9(a)와 같은 직류전압 측정회로를 구성한다. 멀티미터의 기능스위치를 DC. V에 돌리고, 직류전압은 12V. DC, R_1 은 1kΩ, R_2 는 10Ω, 100Ω, 330Ω, 470Ω, 1kΩ, 3.3kΩ, 10kΩ, 47kΩ, 56kΩ, 100kΩ 을 순번 적으로 갈아주면서 그 때마다 직류전압계의 눈금과 레인지의 값을 읽어 기록한다.



(a)

레인지 표시	측정범위
0.5	0 ~ 0.5 V
2.5	0.5 ~ 2.5 V
10	2.5 ~ 10 V
50	10 ~ 50 V
250	50 ~ 250 V
500	250 ~ 500 V
1000	500 ~ 1000 V

(b)

<그림9. (a)직류전압 측정방법과 (b)레인지 측정범위>

③ 교류전압 측정

그림10(a)과 같은 교류전압 측정회로를 구성한다. 멀티미터의 기능스위치를 AC. V에 돌리고, 교류전원으로는 함수발생기의 출력전압을 사용하는데 멀티미터를 이용하여 출력전압을 4V로 맞춘 다음, 저항 R_1 과 R_2 는 실험 순서 ②와 같은 방법으로 하고 결과를 기록한다.

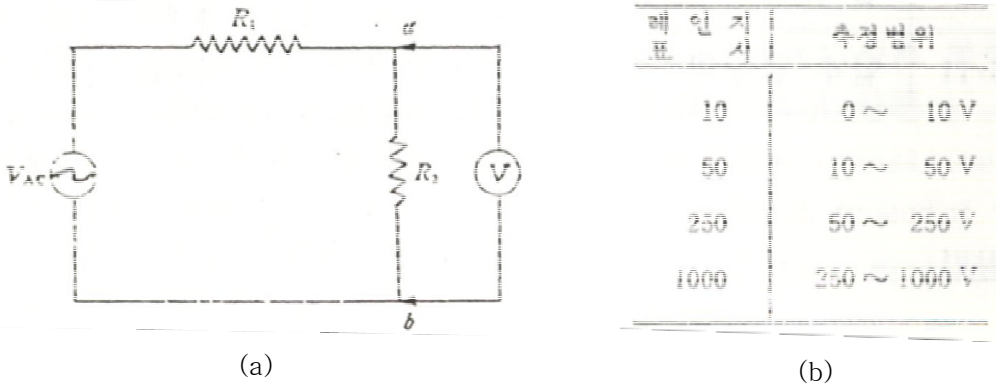
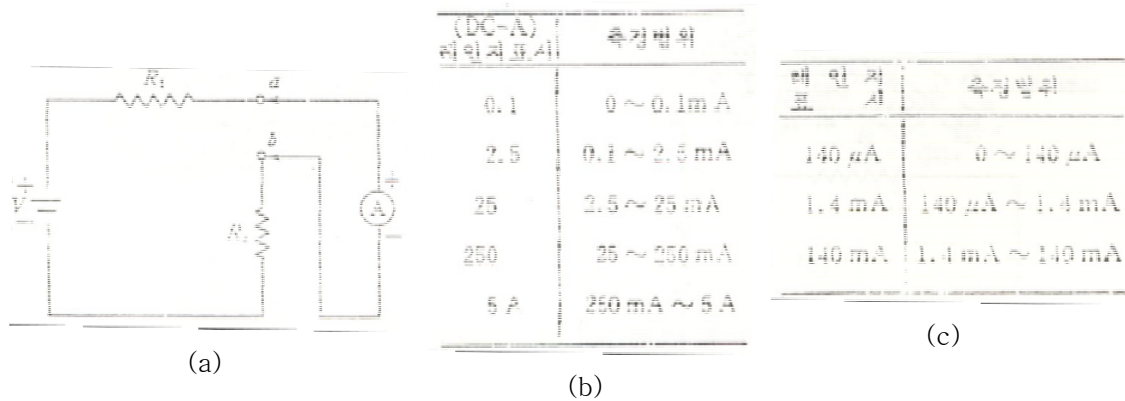


그림10. (a)교류전압 측정방법과 (b)레인지 측정범위

④ 그림11(a)과 같은 직류전류 측정회로를 구성한다. DC전원 및 저항은 실험순서 ②와 같은 방법으로 변화시키면서 결과를 기록한다.



<그림11. (a)직류전류 측정방법과 (b), (c) 전류 측정범위>

(5) 질문

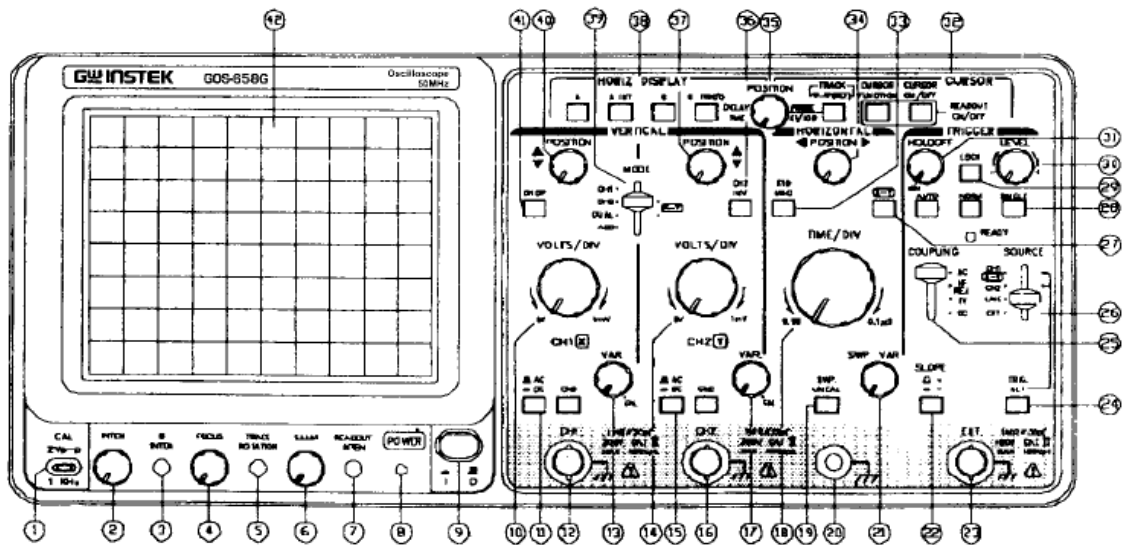
- ① 멀티미터 사용 시 주의해야 할 점을 열거하라.
- ② 멀티미터의 종류를 들고, 장.단점을 설명하라.

V. 오실로스코프(Oscilloscope)

(1) 실험목적

오실로스코프(Oscilloscope)의 기능과 사용방법을 익힌다.

(2) 기초원리



<그림12. 오실로스코프의 정면도(GOS-653G)>

전 면부

CRT

- ⑨ 전원(power): 장치의 메인 전원 스위치 (스위치를 켜면,⑧의 LED 등이 켜짐)
- ② 휘도(inten): 점 또는 궤도의 밝기를 조절함.
- ④ 초점(focus): 가장 선명한 상으로 윤곽을 긋기 위해 초점을 맞춤.
- ⑥ 트레이스 로테이션(trace rotation): 수평선이 눈 금선에 평행한 하도록 조정하기 위한 준 고정 전위차계.
- ⑫ 필터(filter): 관찰 파형을 쉽게 필터함.

수직 축(Vertical Axis)

- ⑫ CH1 (x) 입력: 채널1의 수직입력단자(X-Y작동시, x축 입력단자)
- ⑬ CH2 (y) 입력: 채널2의 수직입력단자(X-Y작동시 Y축 입력단자)
- ⑪⑮ AC-CWDC-GND: 입력신호와 수직 증폭기 사이의 연결모드를 선택하는 스위치
 - AC: AC연결(AC coupling),
 - DC: DC 연결(DC coupling),

- GND: 수직증폭입력은 접지되고 입력단자는 연결되지 않는다.
- ⑩⑭ VOLT/DIV: 12개의 범위 내에서 1mV/DIV에서 5V/DIV까지 수직축의 감도를 선택한다.
- ⑬⑰ VARIABLE: 표시되는 수치의 1/2.5의 인자로 감도의 미세한 조정. CAL 자리에 있을 때, 감도는 표시되는 수치로 보정한다.
- ④⑦ POSITION: 선 또는 점의 수직 위치 조절.
- ③⑨ VERT MODE: 채널1과 채널2 증폭기의 작동 모드를 선택한다.
 - CH1: 오실로스코프는 채널1 단독으로 단일 채널장치로서 작동한다.
 - CH2: 오실로스코프는 채널2 단독으로 단일 채널장치로서 작동한다.
 - DUAL: 오실로스코프는 채널1과 채널2가 함께 이중채널(dual channel)로서 작동한다. CHOP/ALT는 TIME/DIV 스위치 ⑩에 의해 자동으로 변한다. CHOP ④ 버튼을 눌렀을 때 2 개의 선이 모든 영역에서 CHOP 모드로 보인다.
 - ADD: 오실로스코프는 두 신호의 대수적 합(채널1+채널2) 또는 대수적 차(채널1-채널2)로 보여준다. 채널2의 상태에서 INV ③ 버튼을 밀면 두 신호의 대수적 차(채널1-채널2)에 대한 것이다.

트리거링(Triggering)

- ② EXT TRIG(EXT HOR) 입력단자: 입력단자는 외부 트리거링 신호와 외부 수평신호가 흔히 사용된다. 이 단자를 사용하기 위해 SOURCE 스위치 ②을 EXT 위치로 설정한다.
- ② SOURCE: 외부 트리거링 소스 신호와 EXT HOR 입력신호를 선택한다.
 - CH1 (X-Y): VERT MODE 스위치③가 DUAL 또는 ADD 상태로 설정되었을 때, 내부 트리거링 소스 신호를 CH1로 선택한다. X-Y모드에 있을 때, X축 신호를 CH1로 선택한다.
 - CH2 : VERT MODE 스위치 ③가 DUAL 또는 ADD 상태에 있을 때, 내부 트리거링 소스 신호를 CH2로 선택한다.
 - TRIG.ALT(②): VERT MODE 스위치 ③가 DUAL 또는 ADD 상태에 있고, TRIG.ALT 스위치 ②와 함께 소스 스위치 ②이 채널1 또는 채널2로 선택되었을 때, 내부 트리거링 소스 신호를 채널1 또는 채널2를 번갈아서 선택될 것이다.
 - LINE : 트리거 신호와 같이 AC 전원선 진동수 신호를 선택하는 것이다.
 - EXT : EXT TRIG(EXT HOR) 입력단자를 통해 외부 신호를 보내는 것은 외부 트리거 소스 신호에 대해 사용된 것이다. X-Y, EXT HOR 모드에 있을 때, X축은 외부 스윙 신호와 함께 작동한다.
- ② COUPLING: 소스 신호와 트리거 회로 사이의 연결모드 ②를 선택하고, TV 싱크 트리거 회로의 연결을 선택한다.
- ② SLOPE: 트리거링의 기울기를 선택한다.

- "+": 트리거링 신호가 양의 방향에서 트리거링 레벨을 지날 때 트리거링이 발생한다.
- "-": 트리거링 신호가 음의 방향에서 트리거링 레벨을 지날 때 트리거링이 발생한다.

TIME BASE

- ⑱ (A) TIME /DIV: A 움직임에 대한 움직인 시간을 선택한다.
- ㉑ SWP.VAR: 움직인 시간의 버니어 조정.
- ㉓ 선 또는 점의 수평위치 조절
- ㉔ X10 MAG: 버튼을 눌렀을 때 10배 확대됨.
- ㉗ X-Y: X-Y 작동이 가능하도록 X-Y 버튼을 누른다.

(3) 실험소요도구

품번	품명	규격	소요량	비고
1	오실로스코프	일반	1대	
2	프로브	일반	1개	
3	함수발생기		1대	

(4) 실험 방법



그림 13 오실로 스코프 구조와 사용법

(기초 오실로스코프 동작 / CH.1 , X-Y모드해제,)

- ① 오실로스코프를 작동시켜 각 채널의 Ground상태에서 초점을 맞춘다.
- ② Probe의 사용법 익히기
CH1에 Probe단자를 연결하여 파형을 관찰한다. 어느 상태에서 파형을 관찰하기 수월한가?
- ③ CAL의 표시를 찾아 정확히 CAL상태인지 각 확인하고 다시 2번실험을 실시한다.

(본실험)

- ① 파형측정
함수발생기의 신호를 오실로스코프로 연결하고, 함수발생기의 파형을 사인파, 톱날파, 사각파형으로 변화하면서 그 파형으로 오실로스코프를 관찰하고, 관찰의 최적조건을 구한다.
- ② 전압측정
함수발생기의 신호를 오실로스코프로 연결하고, 함수발생기의 파형을 관측하면서 입력 파형의 전압을 측정한다.
- ③ 주파수 측정
함수발생기의 신호를 오실로스코프로 연결하고, 함수발생기의 파형을 관측하면서 입력파형의 주기를 측정함으로써 파형의 진동수를 측정한다.

(추가실험 함수발생기 2대 필요)

- ① 각 함수발생기의 변화에 따라 오실로스코프에 리사주도형을 만들고 분석한다.
- ② 적절한 진동수를 선택하여 오실로스코프에 맥놀이현상의 파형을 만들어내 분석한다.