



자동화 시스템

제 3 장 전기제어 부교재 - 계측기

목 차

1. 전자기 편향
2. 정전기 편향
3. 열적 가열
4. 전류계
5. 전압계
6. 저항계
7. 멀티미터
8. 전계효과 트랜지스터(FET 전압계)
9. 전력계 및 와트시 계측기
10. 디지털 판독 계측기
11. 주파수 계수기
12. 그외 계측기 형식

계측기 개요

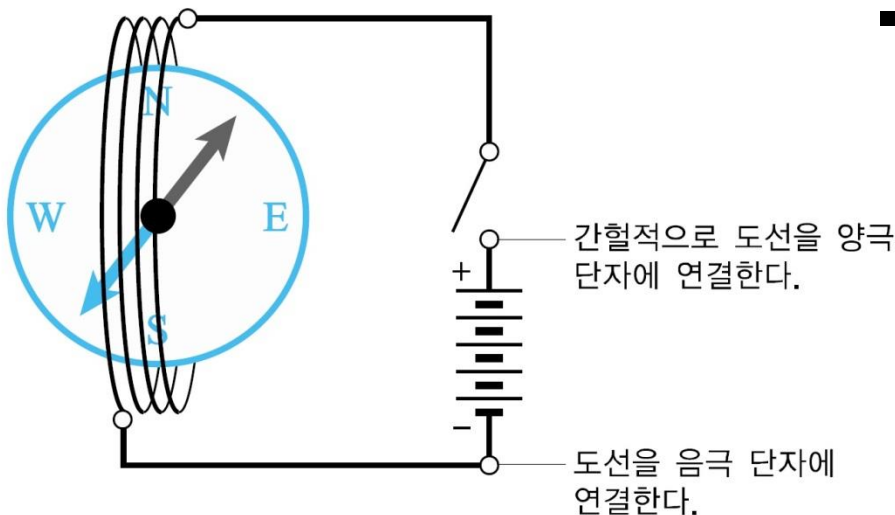
❖ 계측기란 ? 전기적인 양을 측정하는 장비

- 전기장의 세기에 비례하여 힘이 만들어지는 원리를 이용
- 자기장의 세기에 비례하여 힘이 만들어지는 원리를 이용
- 전하가 저항값을 알고 있는 물질을 통과할 때 만들어 내는 열을 측정하여 전류값을 측정
- 측정되는(통과하는) 물리량에 따라 회전하는 모터의 속도를 계산하여 측정
- 전기적인 펄스를 측정
- 전기적인 주기(진동)을 측정

1. 전자기 편향 (electromagnetic deflection)

❖ 전자기 편향: 도선에 배터리를 연결하여 전류가 흐르면 나침반의 방향이 바뀌는 현상

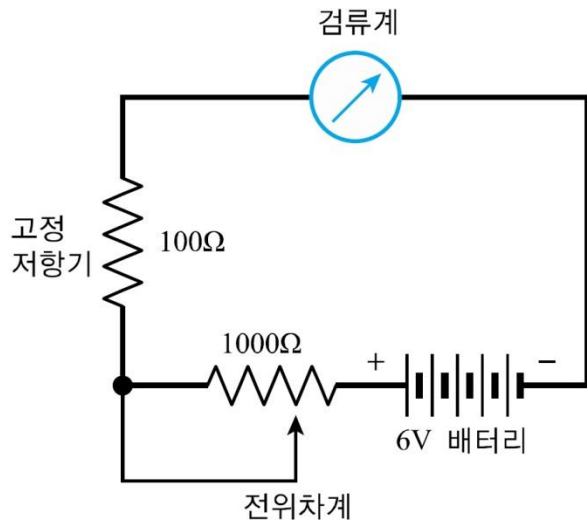
- 편향 정도는 나침반과 도선 사이의 거리와 도선에 흐르는 전류에 따라 달라짐
- 직류전기(Galvanism): 나침반 주위를 도선으로 감으면 작은 전류도 감지
- 검류계: 나침반에 코일을 감은 장치
 - 검류계의 침이 움직이는 정도는 **도선에 흐르는 전류에 비례**



[그림 3-1] 간단한 검류계 : 나침반을 평평한 곳에 두어야 한다.

- 검류계 (Galvanometer)
 - 나침반, 에나멜 도선 60cm, 6V랜턴 배터리 준비
 - 도선을 나침반에 8번 반 감은 후, 도선에 배터리를 연결하지 않은 상태에서 나침반 침이 도선과 나란한 방향이 되도록 배치
 - 도선 한쪽은 음극 단자에 연결
 - 다른 한쪽은 양극 단자에 대면서 나침반의 움직임을 관찰

1. 전자기 편향 (electromagnetic deflection)



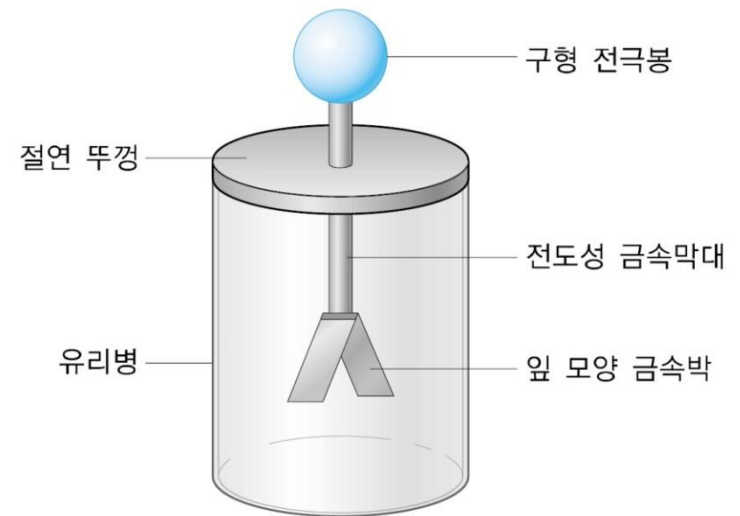
[그림 3-2] 어떻게 전위차계가 전류를 가리키는지 설명하는 회로

- 검류계가 전류를 측정하는 방법
 - 6V짜리 손전등용 배터리와 용량이 0.5 W 인 100Ω 저항, 최대 저항값이 1kΩ인 **전위차계**를 준비
 - 저항기와 전위차계를 직렬로 연결, 전선의 한쪽 끝과 배터리의 한쪽 끝을 연결
 - 전위차계의 중앙 접점과 전위차계의 한쪽 끝은 연결
 - 전위차계를 조절해 도선에 흐르는 전류에 따라 나침반 침의 편향을 알 수 있다
 - 저항이 감소하면 **전류는 증가**하고, 나침반 침이 회전하는 **각도는 커진다**
 - 전위차계를 조절하면 전류 조절가능
 - 배터리를 반대로 연결하면 나침반 침이 반대로 움직임

2. 정전기 편향 (electrostatic deflection)

❖ 검전기

- 대기 중에서 전류가 흐르지 못하도록 밀폐된 용기 안에 나무잎 모양의 금속박 2개가 금속막대에 붙어 있는 구조
- 대전된 물체가 금속막대 머리에 가까워지거나 닿으면 금속박은 **전자의 과잉이나 결핍**으로 서로 떨어지게 된다
- 금속박이 서로 밀어내는 정도는 전하량에 따라 달라짐
- 편향되는 정도로 전하량을 정확히 알 수 없다
- 정전기 계측기
 - 정전기계는 **직류와 교류**의 전하량을 측정할 수 있다
 - 교류일 때도 힘의 방향에 변화가 없다
 - 측정하려는 회로에 영향을 주는 전류 때문에 전류를 많이 사용하는 측정기기를 원치 않은 경우
 - 검류계는 검침을 위해 항상 일정량의 전류가 필요



[그림 3-3] 검전기는 정전하의 존재를 감지할 수 있다.

3. 열적 가열

- 전류가 저항을 가지는 전도체를 통해 흐를 때마다 그 전도체는 가열됨
 - 전류가 저항값을 가진 물체를 통과하면 물체의 온도는 상승
 - 온도 상승은 전류에 따라 달라진다 (전선에 흐르는 전류의 양에 비례)
- 열선계측기(hot-wire meter)
 - 적당한 금속이나 합금을 사용
 - 길이와 굵기를 갖는 도선을 만들고, 온도계 사용
 - 조립품을 열이 차단되도록 포장
 - 교류와 직류 모두 측정 가능
 - 수 Hz ~ 수 Ghz 까지 교류 측정 가능
- 접합점(junction): 서로 다른 성질을 가진 금속을 맞붙여 높은 경계
- 열전대 원리(thermocouple principle)
 - 접합점 경계에 전류가 흐르면 열이 발생
 - 열전대 원리는 반대로도 작용한다
 - 열전대에 열을 가하면 검류계로 측정할 수 있는 직류 발생
 - 사례) 전기 온도계

3. 열적 가열

※ 열전대 사례 (K-type)



- 제품의 구성 : +극 [Ni, Cr] , -극 [Ni, Al]
- 측정온도 및 특성 : -200~1200 °C
 - 일명 CA(Chromel-Alumel)열전대.
 - 1960년대 크로멜/알루멜의 상표로 개발된 비철금속 열전대
 - 내열성, 내식성, 안전성 양호.
 - 온도 직선성이 양호해 1000°C 까지의 산화,불활성 가스에서 다용.
 - 정도·안전성, 열기전력이 크며 적당한 가격으로 널리 이용.

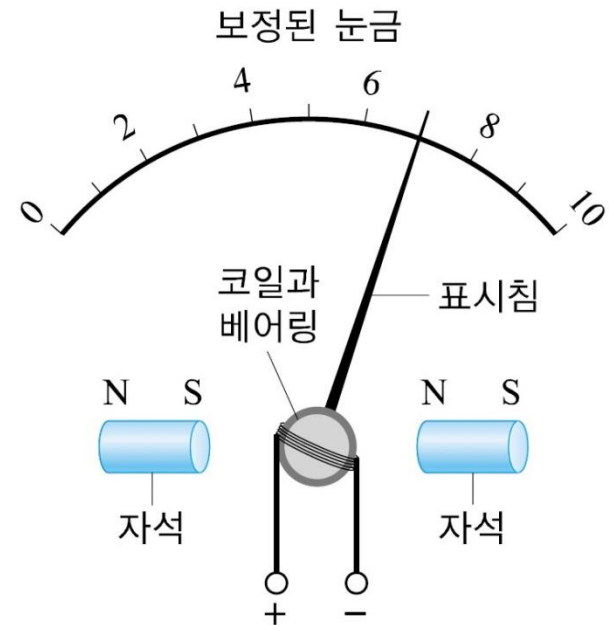
4. 전류계 (ammeter 또는 ampere meter)

❖ 나침반 검류계의 단점

- 반드시 평평한 곳에 놓아야 함
- 전류가 흐르지 않을 때의 나침반침은 코일과 나란히 북쪽을 향해 놓아야 함

❖ 다르송발 계측기(D'Arsonval movement)

- 계측기 근처나 내부에 **영구 자석**으로 자기장 공급
- 영구자석은 지구의 자기장보다 강한 자기력을 만들어내므로 더 미세한 전류를 측정할 수 있다
- 계측기는 어떤 방향으로든 또는 어떻게 기울여 놓든 항상 동일하게 작동
- 코일을 계측기 바늘에 직접 연결하고 자석의 자기장 내의 스프링 베어링에 매단다
- 오늘날의 몇몇 계측 장치에서도 여전히 사용중



[그림 3-4] 전류를 측정하기 위한 다르송발 계측기의 기능도

4. 전류계

❖ 다르송발 계측기 종류

- 표시침을 영구 자석에 붙이고 자석 주위에 코일을 감아 다른 종류의 다르송발 계측기를 만들 수 있다
 - 영구자석의 무게로 표시침의 반응이 느려 오버슈트 하기 쉽다
 - 자석의 질량 관성으로 실제 값보다 넘어간 값을 가리키고, 앞뒤로 여러 번 왕복 후 올바른 지점에 머무른다
 - 영구 자석의 강도가 강하고 코일을 감은 횟수가 늘어나면 일정한 힘을 만들어 내는데 필요한 전류량은 작아진다

4. 전류계

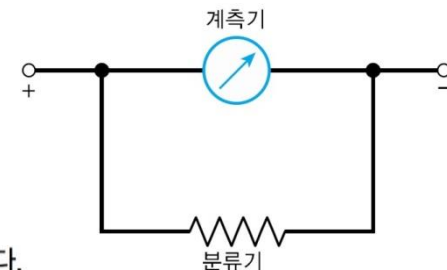
❖ 다르송발 계측기 종류

- 계측기에 영구 자석 대신 전자석을 이용 할 수 있다
 - 전자석은 계측기의 표시침에 붙어 있는 코일에 흐르는 전류와 동일한 전류가 흐름
 - 영구자석이 자성을 잃어버리면 측정 감도가 바뀌는 단점을 없앴
 - 영구자석은 열과 심각한 기계적 진동, 시간의 경과로 망가짐
 - 코일은 감는 횟수가 민감도에 영향을 준다(코일 감은 횟수와 비례)
 - 코일의 기자력이 증가할 수록 주어진 전류량에 대한 표시침이 많이 편향되어 표시침을 움직이는데 적은 전류가 필요
 - 일반적으로 $50\mu\text{A}$ 측정, 민감한 전류계는 $1\sim 2\mu\text{A}$ 까지 측정 가능
- 전류계의 측정 범위는 쉽게 변경 할 수 없다
 - 전류계 내부에 코일을 감은 횟수와 자석의 강도를 변경해야 하므로.

4. 전류계

❖ 분류기(shunt)

- 모든 전류계는 **내부 저항**이 있다
- 전류계 내부 저항과 동일한 저항기를 전류계와 병렬로 연결하면 외부 저항에 전류가 반만큼 흐르고 나머지 전류의 반은 내부에 흐른다
 - 하나의 전류계로 측정 범위를 2배 증가시킬 수 있다
- 특정 값의 저항기를 선택하여 10배, 100배, 1000배의 비율로 전류계의 측정 범위를 증가시킬 수 있다
- 저항기는 필요한 전류가 흘러도 과열되지 않아야 한다
- 계측기와 저항기에 흐르는 모든 전류가 흐를 수 있어야 한다
- $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ 혹은 $\frac{1}{1000}$ 만 전류 계측기에 흘러야 한다



[그림 3-5] 계측기의 감도를 줄이기 위해 미터 분류기라고 하는 저항기를 전류 검출용 계측기에 병렬로 연결할 수 있다.

5. 전압계 (volt meter)

- ❖ 기전력 (Electro Motive Force) 혹은 전위차 : 전류를 흐르게 하는 전기적인 압력
 - 저항값이 일정한 회로가 주어졌을 때 회로를 흐르는 전류는 회로에 걸린 전압과 비례한다
 - 초창기 전류계
 - 전압을 간접적으로 측정할 수 있는 수단이라 생각
 - 저항이 낮지만 일정한 저항을 지닌 회로로 동작
 - 배터리와 같은 전압원에 직접 연결하면 전류계의 표시침이 편향된다
 - 밀리암페어 전류계나 마이크로암페어 전류계를 전원에 바로 연결해선 안됨.
 - 밀리암페어 전류계를 배터리에 바로 연결하면 전류계의 표시침이 한계점에 닿게 되어 고장난다
 - 0~10A 측정 전류계를 배터리에 연결하면 눈금 끝까지 움직이지 않을 수 있으나 전류계 코일이 급격히 배터리를 소모시킴
 - 자동차 납 축전기는 이러한 상태에서 폭발 할 수도 있음

※ 전류 : 전하운반자로 구성되어 있음

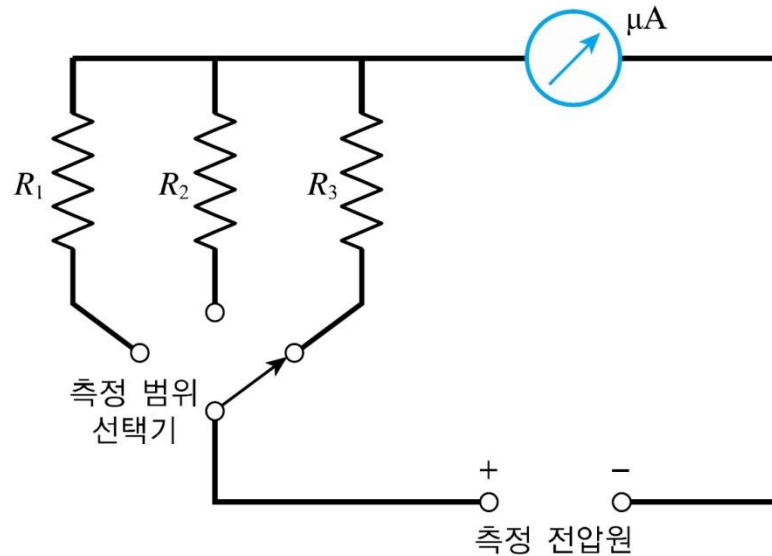
5. 전압계

❖ 전압계

- 전류계는 낮은 내부저항이 존재
 - 회로의 다른 부분과 직렬로 연결
 - 짧은 구리 도선처럼 단락 회로로 보아야 하며, 회로의 동작에 영향을 주어서 안된다
 - 직렬로 높은 저항을 연결하고, 배터리나 다른 전원에 연결하면 회로가 단락되지 않음
- 전류계는 전압에 비례하여 값을 표시 즉, $\text{전압 (V)} = \text{전류 (I)} * \text{저항 (R)}$
 - 측정 범위가 낮은 전류계일수록 큰 저항을 연결
 - 마이크로 전류계에 기가옴 수준의 저항이 직렬로 연결되면 작은 전류만 흐르는 **전압계 구성 가능**

5. 전압계

- 전압계는 저항값이 큰 내부 저항을 갖는다
- 저항값이 높을수록 좋다
 - 전압계에는 많은 전류가 흘러서는 안 된다
 - 전압계를 회로에 고정적으로 연결해 두면 안됨
- 전압계에 흐르는 전류가 작을수록 전원과 연결되는 모든 동작에 영향을 덜 미친다



[그림 3-6] 직류 전압을 측정하기 위해 마이크로 전류계를 사용하는 간단한 회로

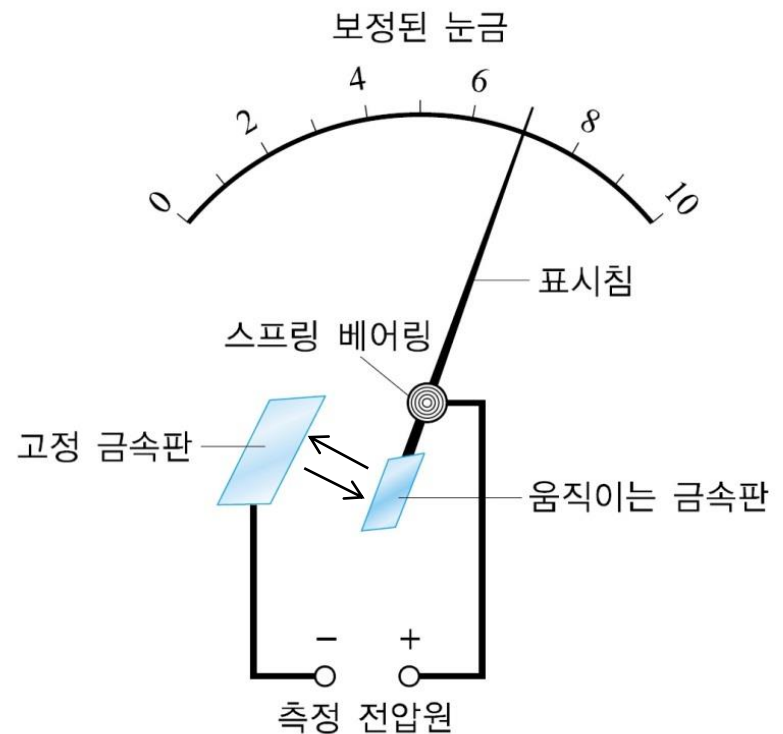
5. 전압계

❖ 정전기 편향을 사용한 전압계

- 자기장처럼 **전기장**도 힘을 만들어냄
- 한 쌍의 대전된 금속판은 서로 당기거나 밀어냄

❖ 정전압계(electrostatic voltmeter)

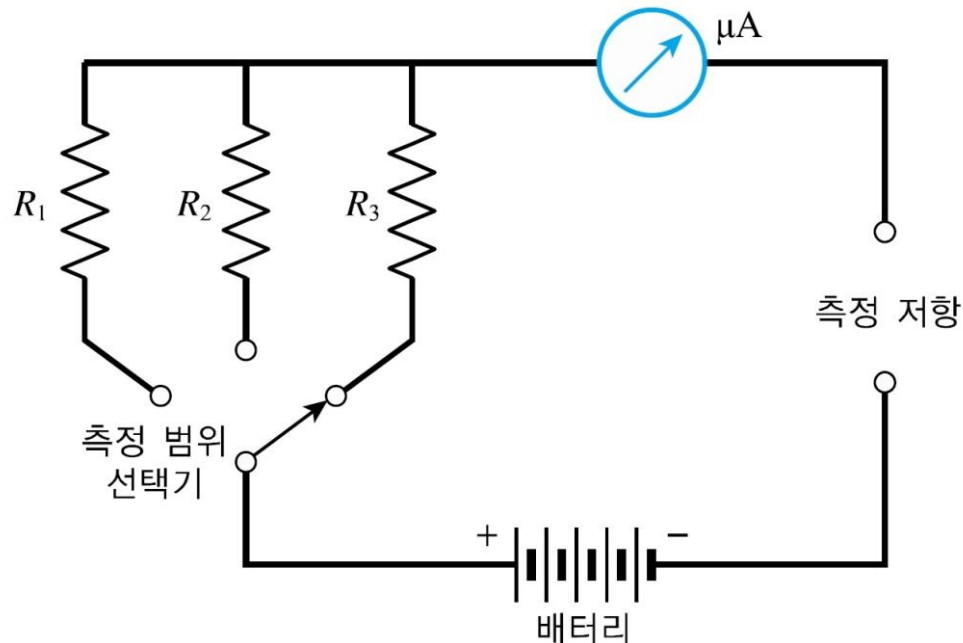
- 반대 전하를 갖는 두 금속판 사이의
 붙으려는 힘 또는 전위차를 이용
- 전원에서 전류가 흐르지 않음
 - 두 개의 금속판 사이에 공기만 존재
- 장점 : 직류 및 교류 측정 가능
- 단점 : 쉽게 망가지며,
 기계적 진동으로 값이 변함



[그림 3-7] 정전압계 동작의 기능도

6. 저항계 (resistance meter)

- 다른 조건이 동일할 때 회로에 흐르는 전류는 저항에 따라 다름
 - 소자, 기기, 회로의 직류 저항 측정
 - 밀리 전류계, 마이크로 전류계, 스위치가 가능한 저항, 일정한 전압을 공급하는 배터리로 저항계를 만들 수 있다
- 무한 저항값(이론적으로 완벽한 부도체)을 영점으로 둔다
- 직렬 저항값을 기준으로 측정 범위의 최소값을 1Ω , 100Ω , $1k\Omega$, $10k\Omega$ 로 설정



[그림 3-8] 직류 저항을 측정하기 위해 사용한 밀리 전류계의 회로

6. 저항계

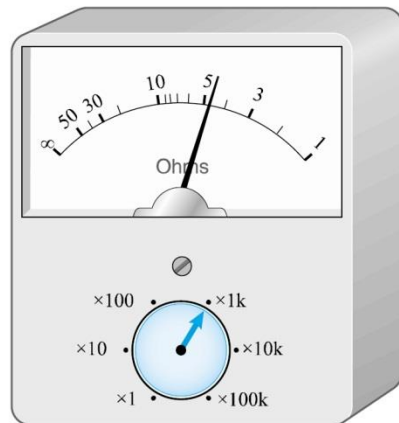
❖ 오차

- 직렬 저항기의 작은 오차는 측정값에서 큰 오차를 야기한다
- 저항기의 오차 범위는 1%내에 있어야 한다
- 저항계의 내부 배터리는 정확하고 일정한 전압을 공급해야 함

❖ 밀리미터, 마이크로미터 측정 저항계는 비선형의 눈금을 갖는다

❖ 저항 측정 방법

- 보통 저항계는 제일 높은 저항 범위에 설정해 놓고 회로와 연결
- 눈금을 읽을 수 있는 범위에 들 때까지 저항계의 측정 범위를 낮춤
- 선택한 저항에 적혀 있는 값과 표시침이 가리키는 값을 곱한다



- 저항계를 사용하여 직류 저항을 측정할 때는 측정하려는 두 지점 사이에 **전위차가 있는지 항상 확인**

- 전위차가 존재하면 오차 발생
- 전위차가 존재하면 저항 측정 전에 회로 전원 차단
- 저항계 측정 전 전압계를 이용하면 측정 지점

양단의 전압을 쉽게 측정

[그림 3-9] 저항계: 이 경우 $4.7 \times 1k\Omega$ 혹은 4700Ω 을 가리킨다.

7. 멀티미터 (multimeter)

❖ 멀티미터 : 다양한 측정 장치를 하나의 계측기로 구성

- 전압-저항-밀리전류계(VOM, volt-ohm-miliammeter)가 가장 자주 사용
- VOM은 전류, 전압, 저항 및 전류 측정
 - 전압 최대 측정 범위: 1000V~2000V
 - 더 높은 전압을 측정하려면 쇼크사 방지 보호장비와 절연 probe, 전선 필요
 - 전류 측정 범위: 약 10A
 - 저항 측정 범위: 1 Ω 이하에서 수 M Ω

7. 멀티미터 (multimeter) 사례



8. 전계효과 트랜지스터(FET)

❖ 전압계

- 측정 회로에 적은 영향을 줌
 - 전압계는 높은 내부 저항을 가져야 함

❖ 정전형 전압 측정법 외에 높은 내부 저항을 얻는 방법

- 매우 낮은 전류를 추출
- 이를 증폭시켜 일반적인 밀리 전류계나 마이크로 전류계로 값을 읽는다
- 회로에서 매우 낮은 전류가 흐를 경우 등가 계측기는 매우 높은 저항을 가짐.

❖ 전계효과 트랜지스터(field-effect transistor)

- 피코암페어(PA:picoamperes) 혹은 10^{-12}A 단위의 전류를 효율적으로 증폭
- FET전압계: 측정하려는 회로에 최소한의 전류가 흐르도록 FET증폭기를 이용하는 전압계
- 무한대의 내부 저항을 갖는다
- VOM으로 측정할 수 없는 미약한 전류를 정확히 측정

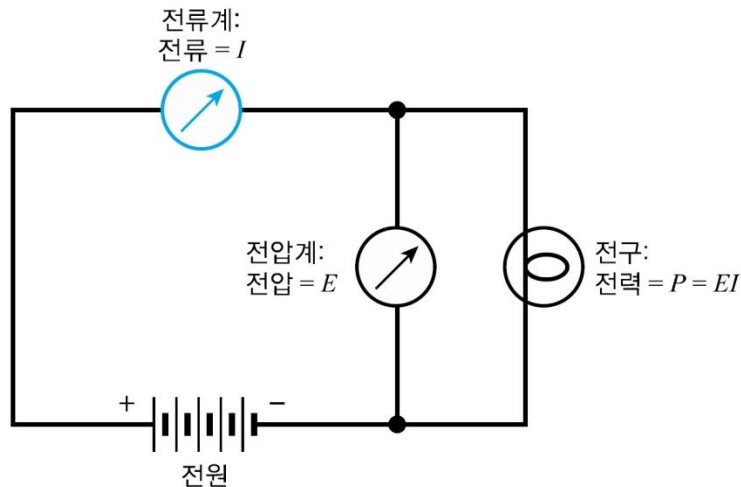
9. 전력계 (wattmeter)

❖ 소비전력 측정

- 소자, 회로, 시스템에서 소비하는 전력은 양단의 전압과 흐르는 전류를 동시에 측정해야 알 수 있다
- 직류 회로에서 W로 표시된 전력 P 는 볼트[V]로 표시된 전압 E와 전류I 의 곱

$$P = EI$$

- 직류 전력을 계산한 결과값을 볼트-암페어(VA) 혹은 볼트-암페어전력(VA power) 이라 한다
- VA값은 직류에 잘 작동될 경우의 소자, 회로, 시스템에서 소비되는 전력



- 전구와 직류 전압계를 병렬로 연결해 전구에 걸린 전압을 읽음
- 전구와 직렬로 연결된 직류 전류계에서 전류를 읽음
- 전압과 전류 값을 곱하여 전구에서 소비되는 직류 전력값을 얻음
- 교류 전력 측정은 특별한 전력계 필요

[그림 3-10] 직류 회로에서 전력은 전압계와 전류계를 연결하여 측정할 수 있다.

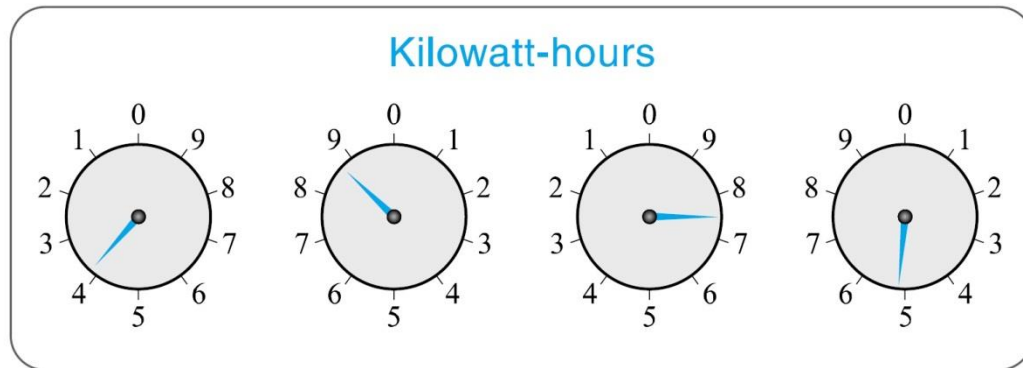
9. 전력계 - 와트시 계측기

- ❖ 와트시 계측기(watt-hour meter), 킬로와트시 계측기(kilowatt-hour meter)
 - 적은 용량으로 매일 동작하는 시스템은 Wh 또는 kWh로 에너지 측정
- ❖ 전기기계식 계측기 (사례 : 가정용 적산전력계)
 - 전류에 따라 속도가 변화하는 작은 모터 사용
 - 일정 시간동안 모터의 회전수는 소비하는 전력에 비례하여 증가
 - 모터는 234V 전압이 공급되는 건물의 전원지점에 연결
 - 건물의 전원 시스템은 2개로 나뉘짐
 - 234V 교류 전원으로 사용하는 회로
 - 전자레인지, 오븐, 세탁기, 드라이기 등 전기를 많이 사용하는 제품
 - 117V교류 전원
 - 표시등, 라디오, 텔레비전 등 전력소모가 작은 제품
 - 전기기계식 킬로와트시 계측기에 얇은 원판이 회전하는 속도는 주어진 시간에 사용하는 전력에 따라 다르다

9. 전력계 - 와트시 계측기

❖ 킬로와트시 계측기

- 기어가 있는 회전 드럼 혹은 지침기를 이용해 원판 회전수를 측정
- 드럼 형태의 계측기는 숫자를 바로 보여줌
- 지침기 형태의 계측기에 0~9까지 적힌 다이얼이 있음
- 어떤 것은 시계방향으로, 어떤 것은 반시계 방향으로 눈금이 매겨져 있음
 - 값은 왼쪽부터 오른쪽으로 읽어 나감
 - 각 다이얼에 방금 지나간 숫자를 적어야 함



[그림 3-11] 4개의 아날로그 다이얼이 있는 계측기: 이 예에서는 3875kWh 보다 약간 큰 값이 읽힌다.

10. 디지털 판독 계측기

❖ 디지털 계측기의 장점

- 오차 없이 정확한 값을 얻을 수 있음
 - 스마트 계측기, 시계, 전류계, 전압계, 전력계
- 측정값이 빠르게 변하지 않는 한 잘 동작함

❖ 디지털 계측기의 단점

- 짧은 신호의 세기는 순간순간 변하는데 이때 디지털 계측기 값은 계속 바뀌며 의미 없는 값을 표시
- 전압이나 전류가 특정 시간 동안 고정되어 있어야 한다
 - 계측기의 측정값이 고정되지 않는다

❖ 아날로그 계측기 장점

- 측정량이 항상 변하는 상황에서 잘 동작
 - 정확하지는 않지만 순간순간 변화하는 측정량을 따라감
 - 사용자는 측정량의 **변화 경향(trend)**을 알 수 있다.

11. 주파수 계수기

❖ 디지털 계측의 장점

- 가정이나 직장에서 사용하는 에너지 측정에 유용
- 표시침 계측기보다 쉽게 접할 수 있고, 무선신호 주파수를 측정하기 알맞음

❖ 주파수 계수기(frequency counter)

- 펄스나 주기를 헤아려 교류 전원의 주파수를 측정
- 내부에 어떤 것을 움직이지 않고 전기식으로 동작
- 1초당 수천, 수백만, 수십억 개의 펄스 기록을 저장하고 숫자로 나타냄

❖ 주파수 계수기의 정확도

- 정확도는 $\frac{1}{1\text{초}} \sim \frac{1}{\text{수초}}$ 까지 락인 시간 (lock-in time) 에 따라 다르다
- 락인 시간: 0.1초, 1초, 10초
- 락인 시간이 10배 증가하면 표시되는 숫자가 한 자리 늘어남
- 현재 사용 주파수 계수기는 6,7,8자리까지 나타냄
- 복잡한 실험에 사용하는 장비의 경우 10자리까지 지원

12. 그 외 계측기 형식

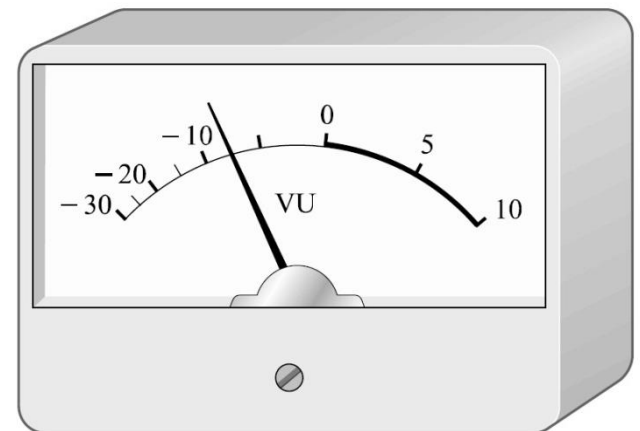
❖ VU(Volume-Unit) 및 데시벨 계측기

▪ 데시벨 계측기

- 복잡한 증폭기에 음향 세기 계측기가 내장된 경우
- 데시벨 단위로 소리의 강도를 나타냄
 - 데시벨: 전기적인 신호 레벨에서 기준으로 사용하는 단위, 실제로 크고 작은 두 신호 사이의 세기 차이를 표현

▪ VU 계측기(VU meter)

- 소리의 크기를 측정
- VU 계측기는 영점을 중심으로 오른쪽으로는 붉은 검정색 선(어떤 경우 붉은색), 왼쪽은 보통 검정색 선으로 표시
- 0표시는 2.51W의 음량에 맞춰져 있다
- 좋은 오디오 시스템을 통해 소리가 나올 때 VU 계측기의 표시침이 올라감
 - 증폭 정도를 낮게 하여 계측기의 표시침이 갑자기 0을 지나 붉은 영역(소리를 왜곡시킴)으로 넘어가지 않게 함



[그림 3-12] VU(볼륨 단위) 계측기: 눈금의 붉은 선(0의 오른쪽)은 음의 왜곡에 대한 위험도를 표시한다.

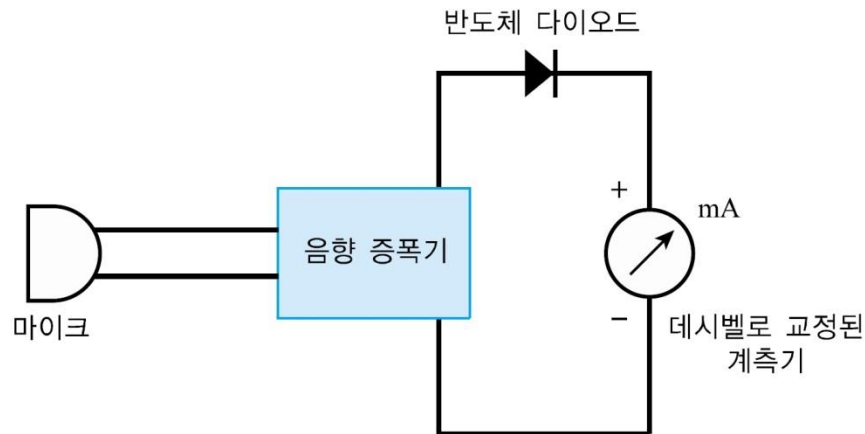
12. 그 외 계측기 형식

❖ 소음 측정기(sound-level meter)

- 반도체 다이오드(semiconductor Diode)를 거쳐 마이크가 연결된 고성능 증폭기의 출력과 연결되어 음량을 데시벨로 표시
- 다이오드는 모든 교류 소리의 음(-)의 부분을 잘라내고 직류 계측기가 측정할 수 있도록 양(+)의 부분만 남겨 놓는다

❖ 최소 가정치

- 청력이 좋은 사람이 잡음이 제거된 방음 장치 안에서 들을 수 있는 소리

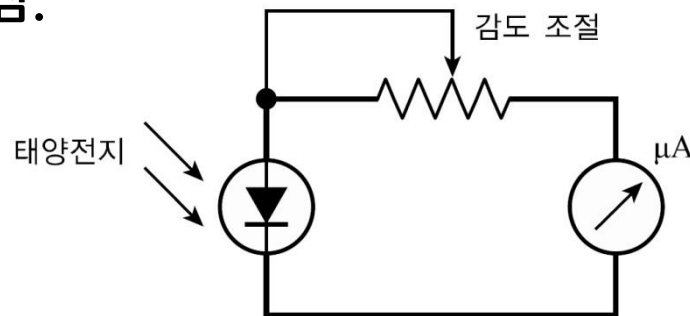


[그림 3-13] 소음을 측정하는 간단한 장치: 다이오드는 교류 소리를 밀리암페어 전류계가 측정할 수 있는 직류로 변환한다. 사전에 정해진 기준값에 대해 계측기 눈금을 데시벨로 표시한다.

12. 그 외 계측기 형식

❖ 광도계(light meter)

- 조도계(illumination meter)라고도 하며 가시광선의 세기를 측정
- 계측기의 감도를 조절하는 전위차계를 사용하고, 마이크로 전류계를 태양전지에 연결하면 광도계를 만들 수 있음
 - 좀 더 복잡한 계측기는 감도를 올리기 위해 FETVM의 동작과 유사한 직류 증폭기를 사용
- 사람과 태양전지가 반응하는 빛의 파장 감도가 달름
 - 태양전지 앞면에 특별히 설계된 색필터를 부착해 문제점 해결
- 적외선이나 자외선의 세기 계측기로 사용 할 수 있다
- 여러가지 특수 태양전지는 적외선이나 자외선과 같이 보이지 않는 파장에서 더 좋은 감도를 가짐.

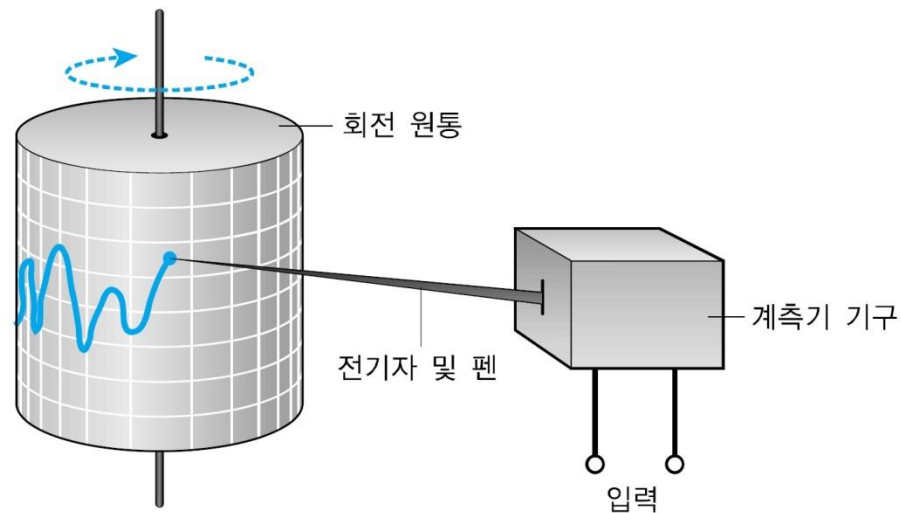


[그림 3-14] 감도를 조절할 수 있는 전위차계가 부착된 간단한 광도계

12. 그 외 계측기 형식

❖ 펜 기록계

- 시간에 따라 어떤 양의 레벨을 계속 기록하는 표시침이 달린 다르송발 계측기
 - 눈금이 표시된 용지가 원통에 감겨있다
 - 원통이 천천히 회전하는 모터의 축과 연결되어 있다
 - 원통의 회전 속도 조절 가능
- 시간에 따른 소비전력을 측정해 특정 시간대 전력 사용량을 알 수 있다



[그림 3-15] 펜 기록계의 기능도

12. 그 외 계측기 형식

❖ 오실로스코프(oscilloscope)

- 측정값을 그림으로 표시
 - 초당 수백, 수천, 수백만 번 주기로 변하는 진동량을 측정, 기록
- 과거
 - 형광면에 전자빔을 주사하여 그림을 그림
 - 텔레비전 수상기의 한 종류인 음극선관을 사용
- 현재
 - 액정 디스플레이를 사용 할 수 있는 전자 변환 회로를 갖고 있음
- 최대 신호레벨을 측정하는데 유리하다
- 가로축: 시간, 세로축: 신호의 순간 전압을 나타냄
- 입력단에 값을 알고 있는 저항기를 연결하여 전력이나 전류를 간접 측정

12. 그 외 계측기 형식

❖ 오실로스코프 제품들



2-channel models

DSO1052B	50 MHz
DSO1072B	70 MHz
DSO1102B	100 MHz
DSO1152B	150 MHz
DSO1022A	200 MHz



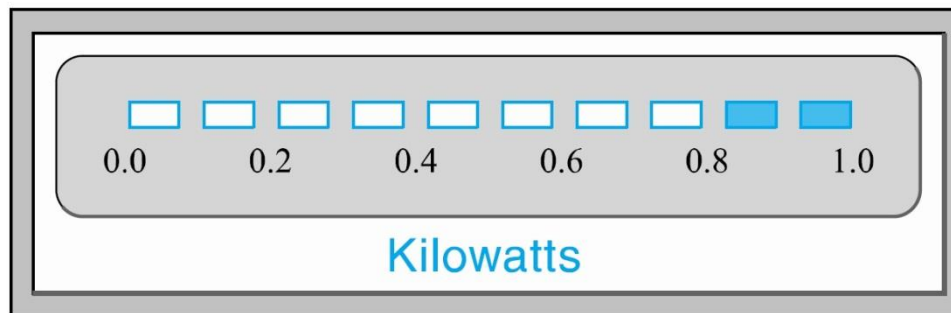
4-channel models

DSO1004A	60 MHz
DSO1014A	100 MHz
DSO1024A	200 MHz

12. 그 외 계측기 형식

❖ 막대그래프 계측기 (일명 레벨미터기)

- 무선송신기에서 kW 전력을 표시하기 위해 설계됨
- 동요하는 값을 잘 표시
- 단점
 - 대략적인 값을 가르쳐 줌
 - 신호 레벨이 계측기에서 설정 된 두 값 사이로 떨어지면 LED나 LCD가 깜빡임



[그림 3-16] 막대그래프 계측기: 이 경우 표시값은 전체 80%인 0.8kW 또는 800W이다.