



전기 제어 과정



1. 전기기초

가. 전기의 본질	-----	53
나. 전기의 성질	-----	55
다. 전류의 열작용	-----	60
라. 전류의 자기작용	-----	62

2. 교류이론

가. 플레밍의 법칙	-----	64
나. 교류발전기의 원리	-----	64
다. 유도전동기의 원리	-----	65
라. 3상 교류발전기	-----	66
마. 펄스모터의 원리	-----	67
바. 리니어모터의 원리	-----	68
사. 정현파 기전력	-----	68

◆ 단원정리	-----	97
◆ 형성평가	-----	98
◆ 참고문헌	-----	100



전기 제어 과정



3. 전기측정

가. 회로시험기의 구성	-----	71
나. 전류의 측정	-----	72
다. 전압의 측정	-----	72
라. 저항의 측정	-----	73
마. 다이오드 양부측정	-----	73
바. 광전소자의 양부측정	-----	74
사. 트랜지스터 극성찾기	-----	74
아. 오실로스코프	-----	75

4. 감지기

가. 감지기의 개요	-----	79
나. 리드스위치	-----	81
다. 근접감지기	-----	82
라. 광전감지기	-----	85
마. 초음파감지기	-----	90
바. 압력감지기	-----	92
사. 온도감지기	-----	94
아. 화재감지기	-----	95

학 습 목 표

1. 전기의 기본 성질을 이해하고 전기 에너지를 사용하는 자동화 설비 기계의 동작원리에 대해 이해할 수 있다.
2. 도체와 반도체의 구분을 지을 수 있다.
3. 전기회로의 특성을 이해하고 해석할 수 있다.
4. 전류의 열작용과 자기작용에 대해 이해하고 적용할 수 있다.

정보 사냥

전기에 관한 최초의 기록은 그리스의 철학자 탈레스(Thales)가 호박 (electron)이라는 광물을 명주 또는 모피로 마찰하면 실조각 같은 것을 흡인하는 사실을 발견하였다. 이 이상한 힘을 전기(electricity)라고 부르기 시작하였다.

보충 설명

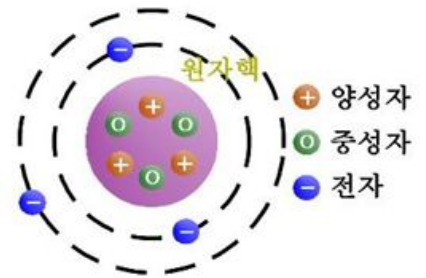
전기량의 단위로는 쿨롱 (Coulomb, C)을 사용한다.

1. 전기기초

가. 전기의 본질

1) 물질과 전기

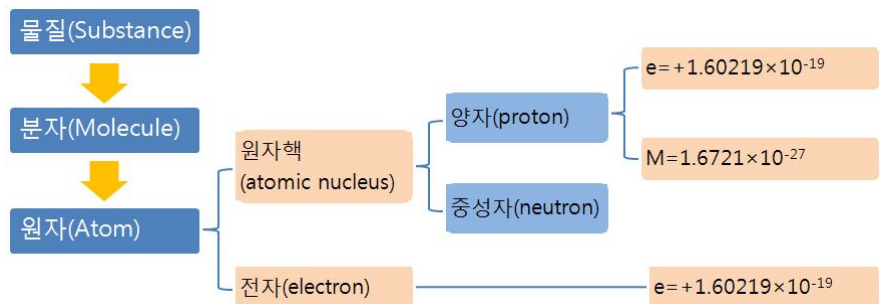
모든 물질은 나누고 나누면 가루가 되고, 또 다시 나누고 나누면 분자, 더 나아가서는 원자의 집합으로 이루어져 있다. 이들 원자는 원자핵(atomic nucleus)과 그 주위를 궤도를 따라 입체적으로 회전하고 있는 전자 (electron)들로 이루어져 있다.



[그림] I - 1 원자구조

원자핵은 양성자(proton)와 중성자(neutron)로 되어 있는데, 양성자는 양의 전기를 가지고 있지만 중성자는 전기적인 성질을 가지지 않으며 전자는 반대로 음의 전기를 가지고 있다.

외부에서 어떠한 힘도 가해지지 않은 상태를 정상상태라고 하는데, 이 정상상태에서 양성자의 양전기는 전자가 가진 음전기의 양과 같은 양을 가지고 있어 전기적으로 중성의 상태를 유지한다.



[그림] I - 2 물질의 구조

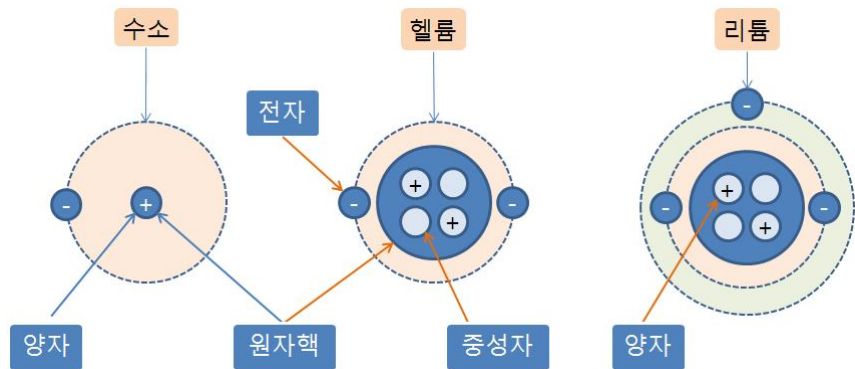
양성자 가진 양전기는 (+), 전자가 가진 음전기는(-)로 방향이 서로 반대이며 크기는 $1.60219 \times 10^{-19} [C]$ 의 값을 가진다.

2) 최외곽 전자

모든 물질은 질량을 가지고 있으며 원자 내부의 원자핵과 전자도 질량을 가지고 있다. 그리고 질량을 가지고 있는 물체와 물체 사이에는 인력이 작용하여 서로 끌어당기는 힘이 작용하는데, 이 힘은 거리의 제곱에 반비례한다. 따라서 핵과 가까운 곳에 있는 전자와 원자핵보다는 제일 바깥에 있는 전자(최외곽 전자)와 원자핵과의 인력(잡아당기는 힘)이 훨씬 작다. 따라서 외부의 어떤 영향이 가해지게 되면 가장 쉽게 영향을 받을 수 있는 것은 제일 바깥쪽에 위치한 전자이다.

쉬어 가기

가장 안쪽에 위치한 전자의 개수는 2개, 다음은 4개, 세 번째는 $2^3=8$ 개 다음은?



[그림] I-3 원자 구조 모형

3) 전기의 발생

외부에서의 어떤 외력이 가해지지 않은 정상상태의 양성자와 전자가 가진 전기의 양은 크기는 같고 방향은 서로 반대이다. 따라서 원자가 가지는 전기의 총합 $\Sigma=0$ 이다.

여기에, 빛, 열, 마찰, 압력, 전기, 자기 등의 외력이 가해지면 가장 쉽게 자리를 이탈하는 것은 서로 간의 인력이 가장 적게 작용하는 최외곽의 전자이다. 그런데, 이 최외곽의 전자는 \ominus 전기를 가지고 있었는데 외력에 의해 다른 곳으로 이동하면 정상상태였던 $\Sigma=0$ 의 균형이 무너지고 \ominus 가 부족하게 되어 양(\oplus)의 전기적 성질을 갖게 된다.

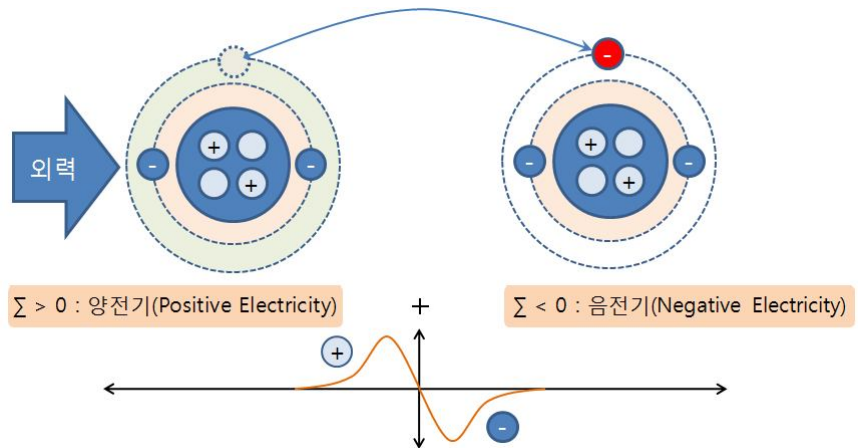
또, 이 전자가 이동되어 간 곳 역시 $\Sigma=0$ 의 균형이 무너지고 오히려 음(\ominus)의 전기적 성질을 갖게 되며, 전자가 빠져 나간 쪽은 전자를 받아들이려는 성질, 그리고 전자가 늘어난 곳은 전자를 내보내려고 하는 힘, 즉 에너지가 작용하게 된다. 이것이 바로 전기에너지이다.

보충 설명

전기의 발생은 전자의 이동에 의하여 생기지만 일반적으로 이야기하는 전기는 \oplus 에서 \ominus 로 흐른다고 이야기 한다. 이때는 흐르는 것이 양성자라고 가정한 것이다.

보충 설명

전자가 빠져 나간 곳은 ⊕, 전자가 들어온 곳은 ⊖가 되어 높고 낮음이 발생한다.



[그림] I - 4 전기에너지의 발생

쉬어 가기

반도체의 재료로 가장 많이 사용되고 있는 것이 게르마늄(Ge)이나 실리콘(Si)인데 우리나라에서는 양질의 실리콘(Si)이 많다. 따라서, 우리나라 반도체 산업이 발전하게 되는 계기가 되었다.

4) 도체와 반도체

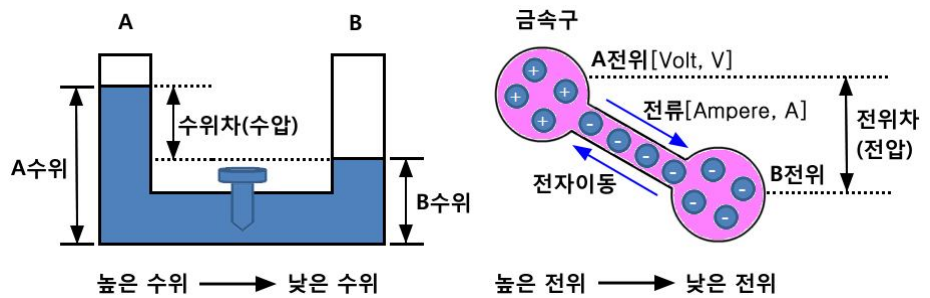
원자에 외력이 가해져서 전자가 이동하게 되어 전기에너지가 발생된다. 그런데 물질에 따라서 전자가 쉽게 이동되는 것도 있고, 또 어떤 물질은 전자가 전혀 이동되지 않는 물질도 있을 것이다. 여기서 전자가 쉽게 잘 이동되는 것은 전기의 흐름이 원활한 도체의 재료가 될 것이다.

반대로 전자가 거의 이동되지 않는 물질은 도체가 아니므로 부(不)자를 붙여 부도체라고 한다. 또한 그 중간 정도의 성질을 가지는 물질은 반쯤 도체 또는 반쯤 부도체이므로 반도체 또는 반부도체라고 하면 되겠는데 일반적으로 반도체라고 부른다.

나. 전기의 성질

1) 물의 흐름과 전기의 흐름

물의 흐름과 전기의 흐름은 본질적으로 같은 것은 아니지만 그 성질이 비슷해 눈에 보이지 않는 전기의 흐름을 이해하는데 많은 도움이 되고 있다. 물이 높은 곳(고 수위)에서 낮은 곳(저 수위)으로 흐르는 것처럼 전기도 전위가 높은 곳(고 전위)에서 낮은 곳(저 전위)으로 흐른다. 이 때, 물의 흐름은 수류(水流) 전기의 흐름은 전류(電流)라고 하며 높은 곳의 물과 낮은 곳의 물의 위치 차이를 수위차라고 하며 수압에 영향을 주는 것처럼 높은 곳의 전기와 낮은 곳의 전기의 차이를 전위차라고 하며 전압과 밀접한 관계가 있다.



[그림] I - 5 물의 흐름과 전기의 흐름

수위차에 의하여 생긴 물의 흐름은 수위가 같아지면 즉 수위차가 없으면 더 이상 흐르지 않게 된다. 이와 마찬가지로 전기도 전위차에 의하여 흐르고, 전위차가 없으면 더 이상 흐르지 않는다.

물과 전기의 성질을 비교해 보면 다음 표와 같다.

보충 설명

전류의 크기는 어떤 단면을 1초 간에 통과하는 전기의 양으로 나타낸다. 1초 간에 1[C]의 전하가 이동했을 때의 전류의 크기를 1암페어 [Ampere, 기호 A]라고 한다.

$$\text{전류 } I = \frac{Q}{t}$$

물의 흐름	전기의 흐름	단 위
물의 양	전기의 양(電荷)	[Coulomb, C]
수위	전위	[Volt, V]
수위차(수압)	전위차(전압)	[Volt, V]
수류	전류	[Ampere, A]
마찰계수	전기 저항	[Ohm, Ω]

[표] I - 1 전기와 물의 성질 비교

물이 떨어지면 더 이상 물이 흐를 수 없는 것처럼 전류도 계속해서 흐르게 하려면 전압을 연속적으로 만들어 주어야 한다. 이 힘을 기전력 (electromotive force, emf)이라고 한다.

대지를 기준전위로 하여 0[V]로 한다. 접지봉을 대지에 묻는 이유도 대지의 전위가 0[V]이기 때문이다.

전류가 흐를 때 열이 발생하거나 자기력이 생기거나 또는 화학반응이 나타나는데 이 세 가지 현상을 전류의 3대 작용이라고 한다. 열작용은 전열기, 백열전구 등에 이용되고 있고, 자기작용은 모터, 전자시계 등에, 화학작용은 전기분해, 전기도금 등에 이용되고 있다.

2) 전기 저항

물이 흐르는 관의 재질이나 상태에 따라 물의 흐름을 방해받을 수 있다. 이와 마찬가지로 전기가 흐르는 전선의 재질이나 특성에 따라 전류의 흐름도 방해 받는다. 또 물이 흐르는 밸브를 조금씩 닫으면 물이 점점 적게 흐르는 것처럼 전류도 전선의 굵기가 가늘면 전자의 흐름을

보충 설명

저항의 역수를 지멘스 (Siemens)라고 한다.

$$G = \frac{1}{\Omega} [\text{mho}, \text{S}]$$

정보 사냥

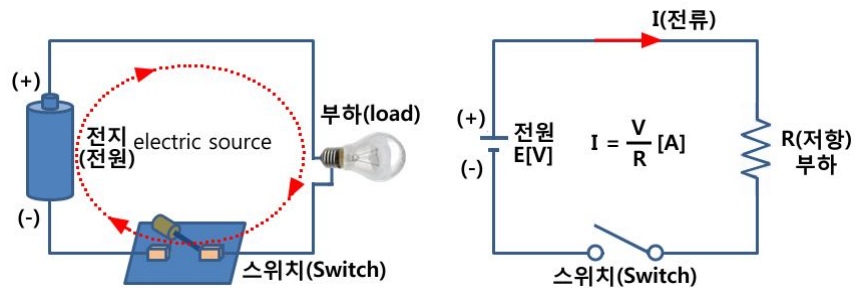
부하가 없이 전지의 (+)와 (-)가 직접 연결 되면 순간적으로 전자들이 모두 이동되어야 하기 때문에 많은 열과 빛을 내면서 전선이 타서 끊어지는 현상이 발생하게 된다. 이와 같이 부하가 없이 연결되는 것을 합선이라고 한다.

방해하는 정도가 점점 커지게 된다. 이와 같이 전류의 흐름을 방해하는 작용을 전기 저항(electric resistance, ohm[Ω]) 또는 간단히 저항이라고 부른다.

가) 전기회로

아래 그림에서 스위치를 닫으면 전류는 전지의 양극(+)에서 전구(부하)를 경유하여 다시 전지의 음극(-)로 흐른다. 이와 같이 전류가 흐르는 통로를 전기회로(electric circuit) 또는 간단히 회로라고 한다.

이때 전지와 같은 전기의 공급원을 전원(electric source)라고 하고, 전구와 같이 전류를 공급받아 일을 하는 것을 부하(load)라고 한다. 우측의 그림은 전기회로를 기호를 사용하여 간단히 그린 것으로 전기회로도(electric circuit diagram)이라고 한다.



[그림] I - 6 전기회로

나) 옴의 법칙

전기 저항이 크다는 것은 전기가 흐르기 어렵다는 말이므로 저항이 클수록 전류는 작아진다는 뜻이다. 따라서 전기저항과 전류의 크기는 서로 반비례 관계를 갖는다.

$$I \propto \frac{1}{R}$$

또, 물의 압력이 세면 셀수록 물이 잘 나오는 것처럼 전류도 전압이 높으면 높을수록 잘 흐른다. 따라서 전류와 전압 사이에는 비례관계가 성립한다.

$$I \propto V$$

그러므로 전류를 I, 전압을 V, 저항을 R이라고 하면 다음과 같은 관계식이 성립된다.

$$I = \frac{V}{R}, R = \frac{V}{I}, V = I \times R$$

이것을 옴의 법칙(Ohm's Law)라고 한다.

쉬어 가기

전기에너지를 사용하여 동작하는 장치들은 모두 저항값을 가지고 있다. 사용되고 있는 부하의 수가 늘어날수록 직렬, 병렬 연결하는 방법의 수는 기하급수적으로 많아진다.

보충 설명

직렬접속 합성저항

$$R = R_1 + R_2$$

병렬접속 합성저항

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

쉬어 가기

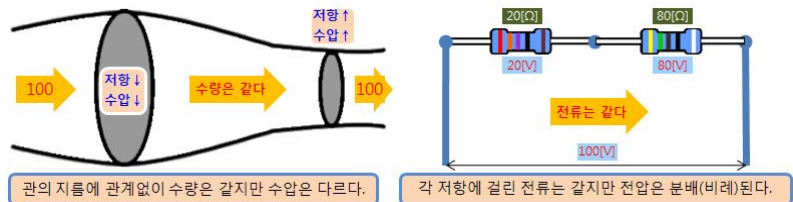
직렬접속하면 흐르는 전류가 처음보다 줄어들지만 병렬접속해도 전압은 줄어들지 않고 무한하다고 가정한다.

3) 저항의 접속

가) 직렬 접속

각각의 저항을 일렬로 연결하는 것을 저항의 직렬접속이라고 하며, 저항과 전원, 부하 등이 직렬로 접속되어 있는 회로를 직렬회로라고 한다.

물이 흐르는 통로에서 관이 지름이 큰 곳은 저항이 작은 곳, 관의 지름이 작은 곳은 저항이 큰 곳으로 비교할 수 있다. 이 때, 물이 흐르는 양은 일정하지만 저항이 작은 곳은 수압이 낮고, 저항이 높은 곳은 수압도 높다. 이와 마찬가지로 저항을 직렬로 접속하면 전류는 처음보다 줄어들지만 직렬 접속된 저항에 흐르는 전류의 크기는 같다. 하지만 전압은 저항의 크기에 비례하여 분배되어 진다. 각각의 저항에 분배된 저항의 총합은 전원 전압의 크기와 같다.

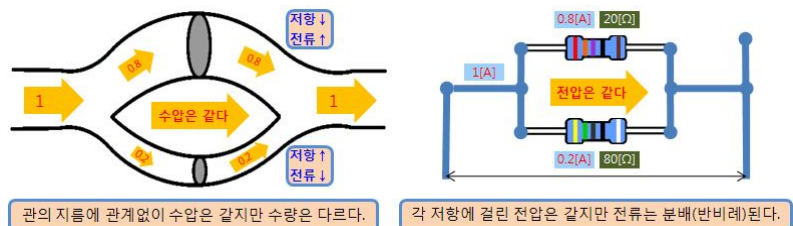


[그림] I - 7 저항의 직렬접속

나) 병렬 접속

각각의 저항의 끝을 한 곳으로 모아 나란하게 연결하는 것을 병렬접속이라고 하며, 저항과 전원, 부하 등이 병렬로 접속되어 있는 회로를 병렬회로라고 한다.

물이 흐르는 통로가 갈라져 있을 때, 각각의 통로에 가해지는 수압은 같지만, 관의 지름이 큰 곳은 물의 양이 많고, 관의 지름이 작은 곳은 물의 양이 적게 흐른다. 이와 마찬가지로 저항이 병렬접속에서도 각각의 저항에 걸린 전압은 같지만 저항이 작은 곳으로 전류가 많이 흘러가고, 저항이 큰 곳으로는 적게 흘러간다. 따라서 병렬접속에서의 전압 분배는 반비례하여 이루어진다.



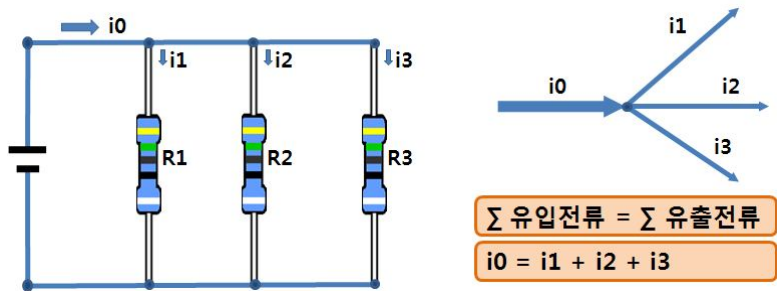
[그림] I - 8 저항의 병렬 접속

4) 키르히호프의 법칙

가) 제1법칙(전류의 법칙)

회로의 접속점(node)에서 볼 때, 접속점으로 흘러 들어오는 전류의 합은 접속점에서 흘러 나가는 전류의 합과 같다는 것이다. 즉 유입전류의 합과 유출 전류의 합은 같다. 이 법칙을 키르히호프(Kirchhoff's law)의 제1법칙이라 한다.

정보 사냥
전하 보존의 법칙 - 접속점에서는 어떤 전하의 축적될 수도, 발생될 수도 없다.



[그림] I - 9 키르히호프의 제1법칙

$$\Sigma \text{ 유입전류} = \Sigma \text{ 유출전류}, \quad i_0 = i_1 + i_2 + i_3$$

임의의 접속점에서 흘러 들어오는 전류를 (+), 흘러 나가는 전류를 (-) 방향이라고 가정하면 회로망의 임의의 접속점으로 들어오고 나가는 전류의 대수합은 영(0)이 된다. 즉, 유입전류와 유출전류의 합은 영(0)이다.

$$i_0 - i_1 - i_2 - i_3 = 0$$

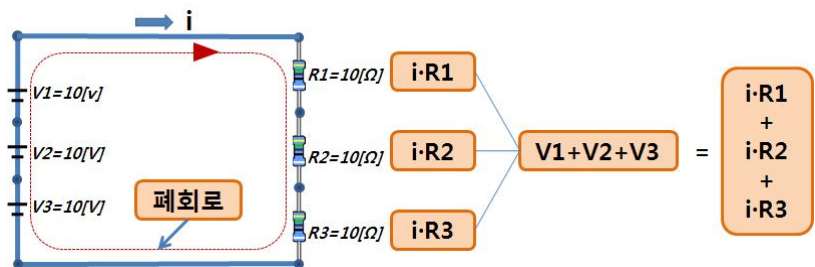
비교적 간단한 회로의 전압, 전류의 계산은 옴의 법칙으로 손쉽게 구할 수 있다. 하지만 복잡한 회로의 계산은 키르히호프의 법칙이 많이 사용되고 있다.

보충 설명
키르히호프의 제1법칙에 의한 수식은 노드(node)방정식, 제2법칙에 의한 수식은 루프(loop) 방정식이 된다.

나) 제2법칙(전압의 법칙)

회로망 중의 임의의 폐회로(closed circuit) 내에서, 그 폐회로를 따라 한 방향으로 일주하면서 생기는 전압 강하의 총합은 그 폐회로 내에 존재하고 있는 기전력의 총합과 같다

$$\Sigma \text{ 기전력} = \Sigma \text{ 전압강하}$$



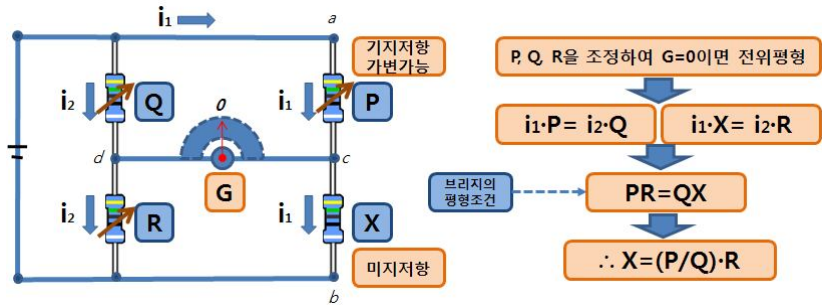
[그림] I - 10 키르히호프의 제2법칙

정보 사냥

휘스톤브리지 저항측정
 $X=(P/Q) \cdot R$ 의 (P/Q)
 값을 고정시켜놓고 R만
 조정하여 저항을 측정하
 는 방법을 사용한다.

5) 휘스톤브리지

그림과 같이 4개의 저항 P, Q, R, X와 검류계(galvanometer) G를 다리 (bridge)모양으로 접속한 회로를 휘스톤브리지(Wheatstone bridge)회로 라고 하며, 정밀한 저항의 측정 및 감지기에 응용되고 있다.



[그림] I - 11 휘스톤브리지

휘스톤브리지의 검류계에 전류가 흐르지 않으면 전위평형상태이다.

$$i_1 \cdot P = i_2 \cdot Q, \quad i_1 \cdot X = i_2 \cdot R$$

수식을 정리하면,

$$\therefore X = \frac{P}{Q} R$$

여기서, P와 Q값은 고정시키고, R값을 변화시켜 X값을 측정하는 방법으로 정밀저항이 측정에 이용한다.

다. 전류의 열작용

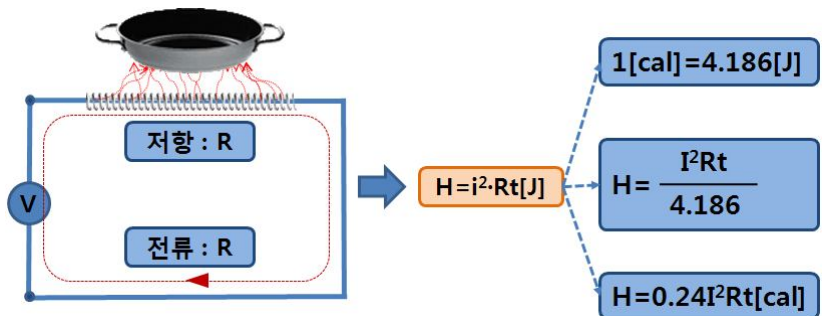
1) 줄의 법칙(Joule's law)

저항체에 전압을 가하고 전류를 흘리면 열이 발생하는데, 이것을 전류의 발열작용이라 한다. 전열기는 비교적 큰 저항값을 가지는 저항체에 전류를 흘려 열을 발생시키는 장치이다.

저항에 전류가 흐를 때 발생하는 열은 전류 I[A]의 제곱, 그리고 저항체의 저항 R[Ω], 시간 t[sec]의 곱에 비례한다.

보충 설명

1[cal]의 열량은 1[g]의 물을 1[°C] 높이는 데 필요한 열량이다.



[그림] I - 12 전류의 열작용

$$H = I^2 R t [J]$$

이것을 줄의 법칙(Joule's law)이라고 부르며, 발생하는 열을 줄 열이라 부르며 단위는 [J]을 사용한다.

열량을 나타낼 때 많이 사용하는 단위로 칼로리[cal]가 있는데 줄[J]과 칼로리[cal] 사이에는 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$1[cal] = 4.186[J]$$

따라서, 줄의 법칙에 의해 발생된 열을 칼로리[cal] 단위로 표시하면 다음과 같다.

$$H = \frac{I^2 R t}{4.186} \approx 0.24 I^2 R t$$

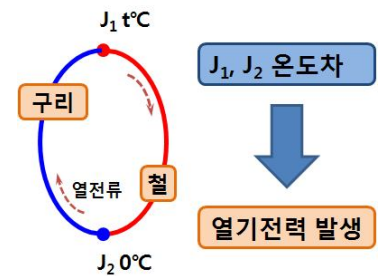
줄 열은 공업용으로 전기 용접기, 전기로, 전기난로, 전기밥솥, 전기다리미, 백열전구 등 다양하게 이용되고 있다.

쉬어 가기

제백효과를 이용하여 화재발생 시 열을 감지하여 점점을 동작시키는 화재감지기, 보일러의 온도제어 등에 이용되고 있다.

2) 제백 효과(Seebeck's effect)

두 가지 서로 다른 금속의 양단을 접합하고 한 쪽의 온도를 일정하게 유지하면서 다른 쪽 온도를 변화시키면 점점의 온도차에 비례하는 기전력이 발생하는데, 이 기전력을 열기전력이라고 하며 발생전류는 열전류라고 한다. 이러한 현상은 제백이라는 과학자에 의해 발견된 것으로 열전효과(Thermo-couple) 또는 제백효과라고 한다.



[그림] I - 13 제백 효과

제백효과는 온도차에 의해 전압 즉, 열기전력이 발생하여 폐회로 내에서 전류가 흐르기 때문에 일어나는 현상으로 열전발전의 원리이다. 특히, 이 효과는 온도 측정 센서 분야에서 광범위하게 이용되고 있다. 그리고 접합점의 온도를 각각 일정하게 유지하면서 회로의 중간을 잘라 제3의 금속을 이어도 양쪽 이음점의 온도를 같게 하면 열기전력은 변하지 않는데 이것을 제 3금속 삽입법칙이라고 한다.

보충 설명

제백 효과와 펠티에 효과는 서로 상대적인 개념이다.

3) 펠티에 효과(Peltier's effect)

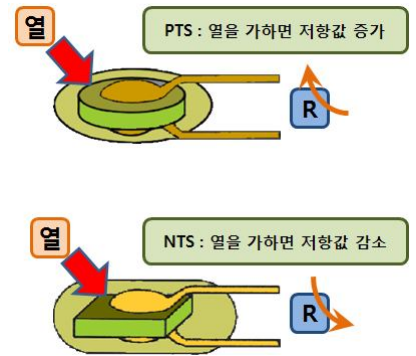
제백 효과와 반대로 두 개의 서로 다른 금속선의 양 끝을 접합한 다음 회로에 직류전기를 흘리면 한쪽 접합부에서 흡열, 다른 접합부에서는 발열이 일어나며, 전류의 방향을 반대로 하면 흡열과 발열이 반대로 일어나는 현상을 발견했다. 이 현상을 Peltier 효과라 하며 이 효과를 이용한다 소자를 열전반도체(Thermoelectric Module) 혹은 열전모듈이라 한다. 펠티에 효과는 광통신 Module 및 전기, 전자,통신 및 정밀기계의 국소부위 냉각 system 등에서 많은 응용과 발전을 이루고 있다.

쉬어 가기

온도에 의해 저항값이 변화하면 전압강하의 변화가 발생한다. 이 차이를 검출하여 접점을 동작시키는 방법을 사용한 감지기도 있다.

4) 서미스터

일반적인 금속은 온도가 높아지면 저항값이 증가한다. 그러나 서미스터는 코발트, 구리, 망간, 철, 니켈, 티타늄 등의 산화물을 적당한 저항률과 온도계수를 가지도록 2~3종류 혼합하여 소결(燒結)한 반도체로서 두 가지 타입이 있는데 온도에 따라 저항이 증가하는 PTC (Positive Thermal Coefficient)와, 감소하는 NTC(Negative Thermal Coefficient) 소자가 있다. 온도 제어 회로의 경우, 서미스터의 저항 값 변화가 내부 회로의 OP-Amp 비교 입력으로 제공되기 때문에 NTC가 주로 많이 이용되고 있다.



[그림] I - 14 서미스터

라. 전류의 자기작용

1) 쿨롱의 법칙

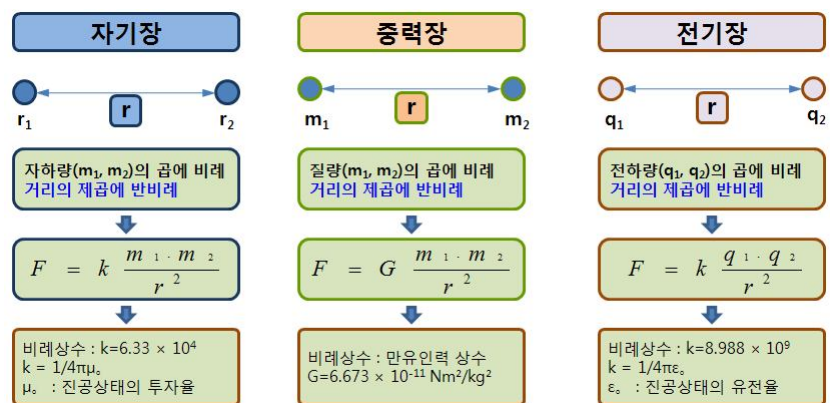
자기장 내의 두 점 자하(m_1, m_2) 사이에 작용하는 힘은 자하의 곱에 비례하고 거리의 제곱(r^2)에 반비례한다.
 전기장 내의 두 점 전하(q_1, q_2) 사이에 작용하는 힘은 전하의 곱에 비례하고 거리의 제곱(r^2)에 반비례한다.
 중력장 내의 두 질량(m_1, m_2) 사이에 작용하는 힘은 질량이 곱에 비례하고 거리의 제곱(r^2)에 반비례한다.

정보 사냥

자력의 방향은 양 자극을 연결하는 직선 상에 있으며, 같은 극성은 반발하고, 다른 극성은 잡아 당기는 성질을 가지고 있다.

보충 설명

각 힘이 작용하는 범위를 '장' 또는 '계' 라고 한다.
 예로, 전기는 전기장 또는 전장, 전계라고 표현한다.



[그림] I - 15 쿨롱의 법칙

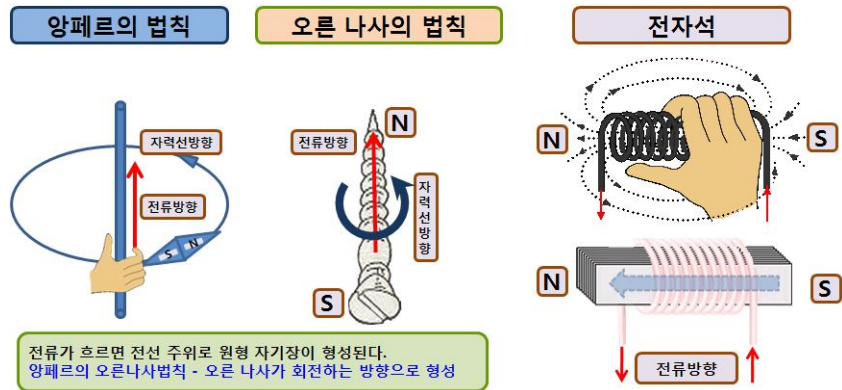
쉬어 가기

전류의 크기가 크면 자석이 세진다. 또, 코일을 많이 감아도 자석이 세진다.

즉, 자석의 세기는 전류의 크기와 코일을 감은 회수에 비례한다.

2) 앙페르의 법칙(오른 나사의 법칙)

전류가 흐르는 도선 주위에는 자기장이 형성된다. 이 자기장의 방향은 전류의 방향과 오른손 엄지 손가락의 방향을 같게 하였을 때 나머지 손가락의 진행방향으로 형성된다. 코일 모양의 원형 전류가 흐를 때에는 자기장의 방향이 안쪽으로 물리게 되어 자기력선이 코일 안쪽으로 집중되는 현상이 나타나게 되어 자력이 강하게 나타나게 된다. 또, 안에 철심을 넣으면 더욱 더 강한 자석이 되는데 이것을 전자석이라고 한다.



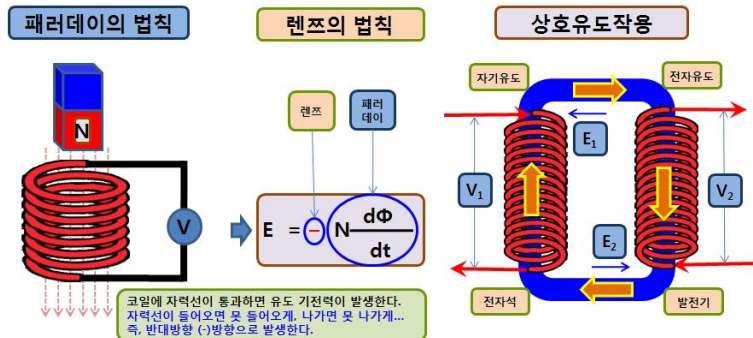
전류가 흐르면 전선 주위로 원형 자기장이 형성된다. 앙페르의 오른나사법칙 - 오른 나사가 회전하는 방향으로 형성

[그림] I - 16 쿨롱의 법칙

3) 패러데이와 렌츠의 법칙

패러데이는 전자기 유도로 회로에 유도되는 기전력의 크기는 그 회로를 뚫는 자기력선속의 시간적인 변화의 비율에 비례한다는 법칙을 알아내었으며, 렌츠는 자속변화에 대한 유도기전력은 자속의 변화를 방해하려는 방향으로 발생한다. 즉, 유도 기전력은 코일을 지나는 자속이 증가될 때에는 자속을 감소시키는 방향으로, 또 감소될 때에는 자속을 증가시키는 방향으로 발생한다. 결국, 안정된 상태를 유지하려는 방향으로 발생한다.

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{di}{dt}, N\Phi = LI \therefore L = \frac{N\Phi}{I}$$



코일에 자력선이 통과하면 유도 기전력이 발생한다. 자력선이 들어오면 못 들어오게, 나가면 못 나가게... 즉, 반대방향 (-) 방향으로 발생한다.

[그림] I - 17 쿨롱의 법칙

보충 설명

유도 기전력의 크기는 패러데이의 법칙, 방향 (-)는 렌츠의 법칙이다.

2. 교류 이론

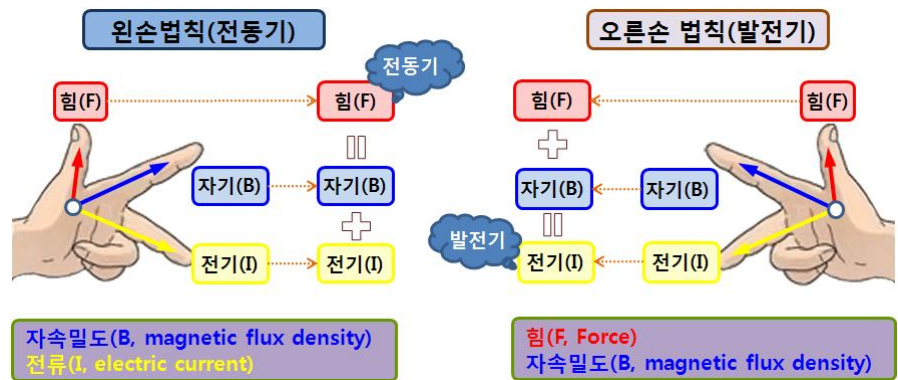
가. 플레밍의 왼손, 오른손 법칙

힘(F, Force)과, 자기에너지(B, 자속밀도, $B=\mu H$), 전기에너지(I, 전류, electric current) 세 가지 중 두 가지가 있으면 나머지 하나가 생성되는데, 자기에너지와 전기에너지를 주어 힘을 얻는 기계가 전동기이다. 반대로, 힘과 자기에너지를 주면 전기에너지가 나오게 되는 것이 발전기의 원리이다. 이 세 가지 에너지 사이의 역학적 관계는 서로 직각방향으로 작용한다. 플레밍이 엄지는 힘, 검지는 자기에너지, 중지는 전기에너지에 대응시키는 방법을 고안하여 플레밍의 왼손, 오른손 법칙이라 한다.

이 때, 전동기는 왼손, 발전기는 오른손을 적용한다.

쉬어 가기

전동기와 발전기에서 플레밍의 왼손 오른손을 잘 맞추어 적용하여야 한다. 모두 같은 손을 사용하면 방향이 바뀌어 올바른 해석이 되지 않는다.



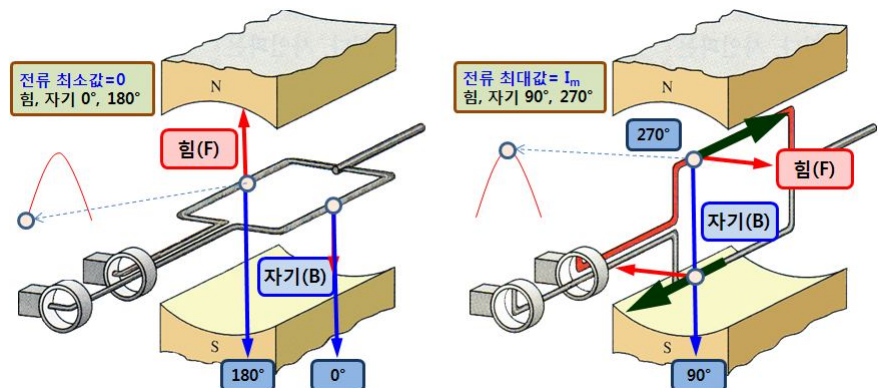
[그림] II- 1 플레밍의 왼손, 오른손 법칙

나. 교류 발전기의 원리

플레밍의 오른손 법칙에 의해 자석의 N극과 S극 사이에 코일을 위치시키고 코일을 회전(힘)시키면 전기에너지가 발생한다.

보충 설명

코일이 들어 있는 부분이 회전하는 구조이어서 코일이 꼬이지 않게 브러시를 통해 외부로 연결하여야 한다. 따라서, 구조가 복잡하고 견고성이 부족하다.



[그림] II- 2 교류 발전기의 원리

정보 사냥

플레밍의 오른손 법칙을 이용한 교류발전기로 직류를 만들기 위해서 정류자를 설치하여 아래쪽 사인파 영역이 발생될 때 반대로 연결되도록 하면 위쪽과 같은 파형이 출력된다. 이 출력을 콘덴서 등을 이용한 평활회로로 구성하여 사용하는 방법을 많이 사용하고 있다.

보충 설명

유도전동기의 원리에서 플레밍의 왼손, 오른손 법칙을 적용할 때 자석은 고정되어 있고, 원판이 회전하는 개념으로 해석하여야 한다.

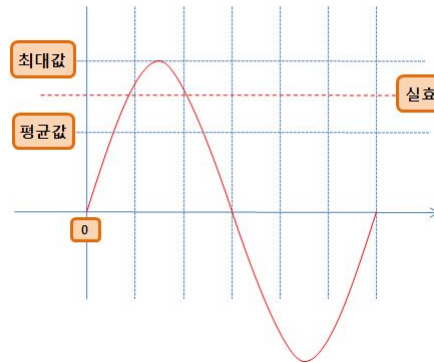
쉬어 가기

무대장치에서 전구를 일렬로 배치하고 교대로 켜다 끄다를 반복하면 움직이는 느낌이 나게 된다. 이와 마찬가지로 전자석에 교류전원을 인가하면 N극과 S극이 반복해서 바뀌게 된다. 즉, N극과 S극이 순차적으로 이동(힘)한 것이 된다.

힘의 방향과 자력선의 방향이 같은 방향(0°)이거나 혹은 정 반대의 방향(180°)일 경우에는 전기에너지가 발생되지 않으며, 직교할 경우(90°, 270°)일 경우 발생된 전압 및 전류값은 최대가 된다.

이 때, 발생된 전압의 순시값은 다음 식과 같다.

$$V = V_m \sin \omega t$$



$$V = V_m \sin \omega t$$

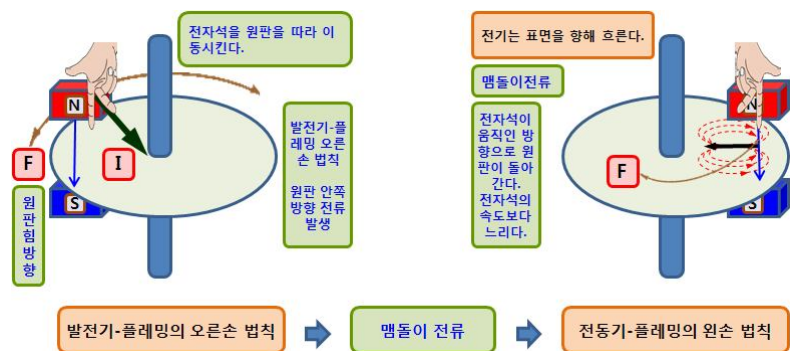
$$V_{\max} = \sqrt{2}V$$

$$V_{\text{average}} = \frac{2}{\pi}V_m$$

[그림] II- 3 교류 파형의 제원

다. 유도 전동기의 원리

유도 전동기의 회전 원리는 아라고의 원판 실험을 통해 발전하였다. 그림과 같이 회전할 수 있는 원판 위에 N극과 S극을 배치하고 자극을 원판에 닿지 않게 밀접시킨 상태로 원판 주위를 따라 회전하면 원판이 자석을 따라 회전한다.



[그림] II- 4 교류 발전기의 원리

첫째, 자석을 이동시켰지만, 상대적으로 생각하면 원판이 이동한 것이다. 따라서 원판에 작용하는 힘의 방향은 자석의 이동 방향과 정 반대의 방향이 된다.

둘째, 힘과 자석이 있으므로 전기가 발생한다.(플레밍의 오른손 법칙)

정보 사냥

플레밍의 오른손 법칙을 이용한 교류발전기로 직류를 만들기 위해서 정류자를 설치하여 아래쪽 사인파 영역이 발생될 때 반대로 연결되도록 하면 위쪽과 같은 파형이 출력된다. 이 출력을 콘덴서 등을 이용한 평활회로로 구성하여 사용하는 방법을 많이 사용하고 있다.

보충 설명

유도전동기의 원리에서 플레밍의 왼손, 오른손 법칙을 적용할 때 자석은 고정되어 있고, 원판이 회전하는 개념으로 해석하여야 한다.

쉬어 가기

무대장치에서 전구를 일렬로 배치하고 교대로 켜다 끄다를 반복하면 움직이는 느낌이 나게 된다. 이와 마찬가지로 전자석에 교류전원을 인가하면 N극과 S극이 반복해서 바뀌게 된다. 즉, N극과 S극이 순차적으로 이동(힘)한 것이 된다.

이때, 발생한 전류의 방향은 원판의 중심을 향하게 되지만 전류는 표면으로 흐르려는 성질이 있으므로 다시 바깥을 향해 돌아 나오게 된다. 즉, 맴돌이 전류가 형성된다.

셋째, 발생한 전류와 자석이 있으므로 힘이 발생한다.(플레밍의 왼손법칙) 이때, 힘의 방향은 자석이 진행한 방향과 같은 방향으로 작용한다.

따라서, 원판은 자석이 회전한 방향과 같은 방향으로 회전하게 된다.

그런데, 전동기를 아라고의 원판을 직접 적용하려면 원판을 돌리기 위해 자석을 돌려야 하므로 자석을 돌려주는 전동기가 있어야 한다는 모순이 생긴다. 이것을 해결하기 위해 교류전원을 이용해 물리적인 자석은 회전하지 않고, 자석의 극성만 회전시킨 회전자계를 이용하여 전동기를 회전시키는 방법을 사용한다.

유도전동기는 자석을 움직이는 대신에 고정자권선을 하고 3상 교류를 주어 회전하는 자장을 만들어서 자석을 움직인 것과 같은 효과를 이용하여 회전력을 얻어내는 구조로 되어 있으며 유도전동기의 회전속도는 다음과 같다.

$$N = N_s(1 - s) = \frac{120f}{p}(1 - s)$$

단상 유도전동기는 기동토크가 없어 기동이 되지 않으므로 분상 기동형, 콘덴서 기동형, 셰이딩 코일형, 반발 기동형 등의 기동방법을 사용하고 있다.

정지하고 있는 대형 3상 유도전동기에 전 전압을 가하면 매우 큰 기동전류가 흘러 전동기의 권선을 파열시키거나 회로 보호용 차단기가 트립되는 경우가 있으므로 기동 보상기를 사용하거나 Y-Δ기동법 등을 사용하여 기동하여야 하며, 회전속도는 주파수(f), 극수(P), 슬립(s)중 어느 하나를 변화시켜서 제어할 수 있다. 슬립을 조정하는 경우는 권선형 유도전동기의 회전자권선에 직렬저항을 접속하여 속도제어를 하는 것이며, 주파수를 조정하려면 별도의 가변주파수 전원이 있어야 한다. 극수를 변환시키는 방법은 독립된 2개의 고정자권선을 감아 극수를 변환시키는 방법을 쓰고 있다

라. 3상 교류 발전기

코일에 자속의 변화가 생기면, 그 변화에 대응하는 방향으로 유도 기전력 즉, 전기가 생긴다는 뜻이므로 발전기를 만들 수 있다.

플레밍의 오른손 법칙에 의하면 자기에너지와 힘이 있으면 전기에너지가 나오게 되는데, 자석을 배치하고, 수력, 화력, 풍력, 원자력 등 다양한

방법으로 자석을 회전(힘)시켜 발전하는 방법이 일반적인 교류 발전기의 발전 원리이다. 이 때, 코일 하나에서 발생하는 교류 파형의 모양은 사인파의 모양을 하고 있다.

그런데, 코일 하나만 감아 놓으면 효율이 좋지 않으므로 여러 개의 코일을 감으면 더 많은 발전을 할 수 있다.

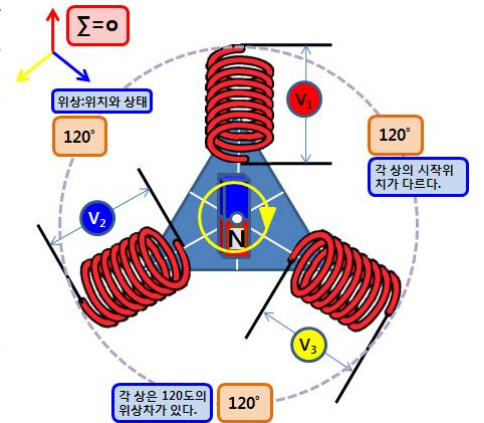
하지만 너무 많이 감으면 구조적으로 문제가 발생하며 또, 고장이 발생하였을 때 수리 및 유지비가 더 많이 발생하게 된다.

따라서 수많은 경험을 거쳐 현재 코일을 배치하는 120° 간격으로 3개를 배치하는 방법이 일반적으로 가장 많이 사용되고 있다.

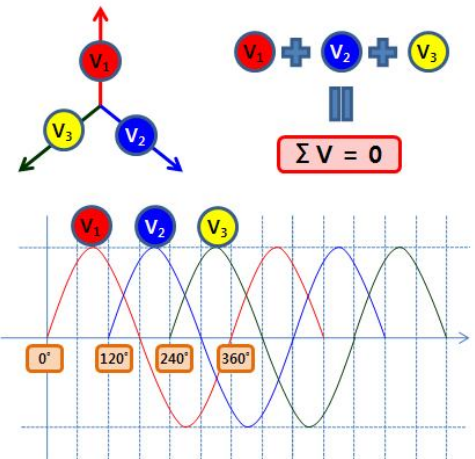
3상 교류 발전기의 위치가 서로 다르게 배치되어 있기 때문에 각 코일을 지나가는 시점도 서로 다르다. 또 3상 교류 발전기의 각 상이 120°의 위상차를 가지고 있으므로 전류의 벡터 합을 구하면 영(0)이 된다.

이 원리를 이용하여 각 상별 2선씩 3상이므로 6가닥의 선이 필요하지만 각 상을 모아 묶으면 전류가 영(0)이 되므로 전류가 흐르지 않는다.

전류가 흐르지 않는 선은 없어도 되므로 세 선을 빼면 3가닥의 선만 있어도 된다. 따라서 3상 교류전원은 선이 3선이 되어 3상 3선식이 되고, 된다. 각 상의 시간적인 순시값을 그래프로 그리면 오른쪽의 그림처럼 나타난다. 어느 한 시점에서 상전압 V_1 , V_2 , V_3 를 합하면 영(0)이 된다.



[그림] II- 5 3상 교류 발전



[그림] II- 6 3상 교류

정보 사냥

전자유도작용을 이용한 교류발전기는 코일이 감겨져 있는 부분이 고정되어 있고 자석 부분만 회전시키면 되므로 외부와의 연결이 불필요한 구조이다.

따라서, 구조가 간단하고 견고하여 고장이 적고 수명이 길다.

쉬어 가기

3선을 묶은 선을 한 선으로 남겨두면 3상 4선식이 되며 그 선을 중성선(뉴트럴, neutral)이라고 한다.

보충 설명

상전압의 합은 영(0)이다.

$$V_1 + V_2 + V_3 = 0$$

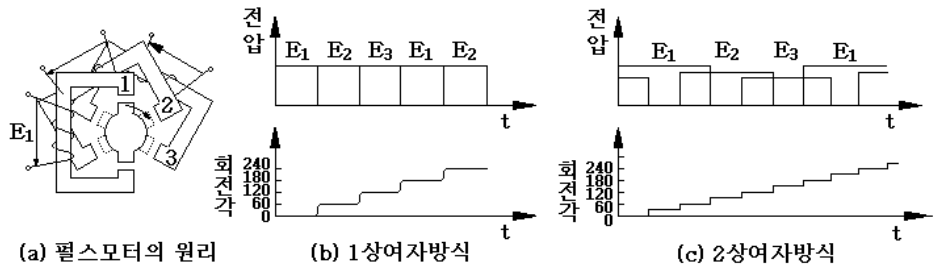
마. 펄스모터의 원리

펄스모터는 스텝핑 모터, 계동 모터, 디지털 모터 등으로 불리고 있으며 일반적으로 스텝핑 모터로 총칭되고 있다. 펄스 모터는 고정자에 다상 권선을 감고 그 내부에 돌극형 회전자를 배치하고 고정자권선을 차례로 여자 시키면, 회전자가 흡인되어 회전하게 된다. 이와 같이 고정자권선을 순서대로 여자 시키면 회전자는 설계된 각도만큼씩 스텝(step)식으

로 회전하게 된다. 1상 여자방식은 주파수가 높아지면 난조현상이 발생되는 결점이 있다. 난조현상을 줄이기 위해 2상 여자방식을 사용되고 있는데, 2상 여자 방식에서 한 스텝의 각도는 1상 여자방식의 1/2이 된다. 또, 펄스를 공급하기 위하여 트랜지스터 및 다이오드 등의 반도체를 사용한 별도의 회로가 있어야 한다.

보충 설명

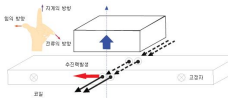
펄스모터는 입력 펄스수에 대응하여 일정각도로 움직이는 모터로, 스텝모터 또는 스테핑모터라고도 한다.



[그림] II- 7 펄스모터의 원리

보충 설명

리니어 모터

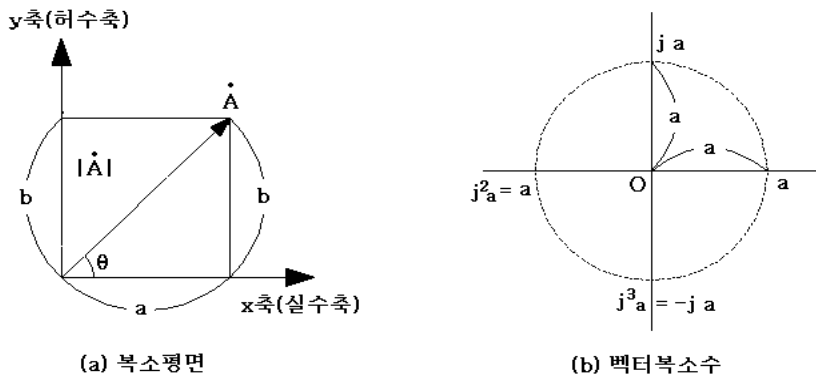


바. 리니어모터의 원리

리니어모터는 직선운동을 하는 전동기로서 원리는 유도전동기와 같다. 다만 유도 전동기의 회전자를 평면 배치한 것이다. 리니어모터는 직선운동이 간단히 얻어지고 고장 보수가 용이하므로 커튼, 레일도어 등에 사용되고 있다.

사. 정현파 기전력의 표시 형식

교류 발전기에서 발생하는 기전력은 일반적으로 사인파라고 하는 정현파 기전력의 형태로 나타난다. 이 정현파 기전력을 직각좌표, 삼각함수, 지수함수, 극좌표 등의 다양한 방법으로 표시할 수 있다.



[그림] II- 8 3상 교류

형식	수식
직각좌표	$A = a + jb$
삼각함수	$A = A (\cos\theta + j\sin\theta)$
지수함수	$A = A e^{j\theta}$
극좌표	$A = A \angle\theta$

[표] II- 1 정현파 기전력의 표시

1) 교류전력

직류회로에서는 전압과 전류가 일정하므로 직류전력은 전압[V]와 전류[I]의 곱으로 구하지만, 교류전력은 전압과 전류의 값이 시간에 따라 변하기 때문에, 각 순간에 대한 전력(순시 전력)도 변화하므로 교류전력을 표시할 때에는 한 주기의 평균치인 평균값을 사용한다.

$$P = VI\cos\theta, \quad \text{여기서 } \cos\theta \text{는 역률}$$

피상 전력은 전압의 실효값[V]와 전류의 실효값[I]의 곱인 VI로 정의하며, 그 기호는 P_a 를 사용하고 단위는 [VA], 또는 [kVA]를 사용한다.

$$P_a = VI[VA, kVA]$$

평균전력은 다음 식으로 나타난다.

$$P_a = VI = ZI^2[VA], \quad \text{순시전력 } P = P_a\cos\theta$$

보충 설명

피상전력은 유효전력과 무효전력으로 구성되어 있다. 무효전력에는 용량성 및 유도성이 있다.

무효전력은 전압의 실효값 V와 전류의 실효값 I, 그리고 무효율 $\sin\theta$ 의 곱인 $VI\sin\theta$ 로 정의하며, 기호는 P_r 을 사용하며, 단위는 [Var], [kVar]를 사용한다.

$$P_r = VI\sin\theta = I^2X[Var]$$

2) 평형 3상 교류 회로의 결선

성형결선은 그림과 같이 3상 기전력 E_a, E_b, E_c 의 각상에 $Z\angle 0$ 의 임피던스 부하를 접속하고 각 상의 한 선을 모아 하나의 선(중성선)으로 결선하는 방법을 3상 4선식 Y결선이라 한다.

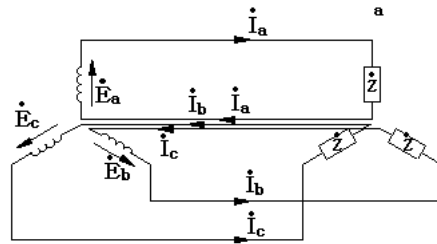
쉬어 가기

이론적으로

$$I_a + I_b + I_c = 0$$

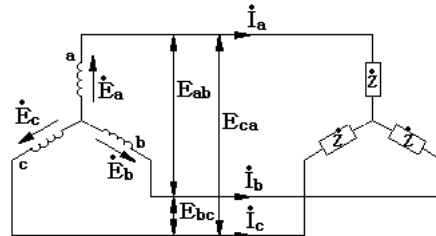
이지만 실제에서는 부하 및 여러 상황에 따라 0이 되지 않는다.

따라서, 시시각각 변화하는 값에 따라 중성선에 흐르는 전류를 0으로 맞춰주어야 한다.



[그림] II- 9 Y결선, 3상 4선식

또 이 중성선에는 I_a, I_b, I_c 의 전류가 흐르게 되는데 방향이 모두 같고 각각 120° 의 위상차가 있으므로 $I_a + I_b + I_c = 0$ 이 되어 중성선에는 전류가 흐르지 않게 된다. 즉 중성선을 생략해도 된다.



[그림] II- 10 Y결선, 3상 3선식

이와 같이 중성선을 생략한 연결법을 3상 3선식 성형결선이라 한다. 우리나라의 교류전원은 120° 의 위상차를 가지는 평형 3상으로 발전하고 있으며 일반적인 송전선로는 3상 3선식을 채택하고 있다.

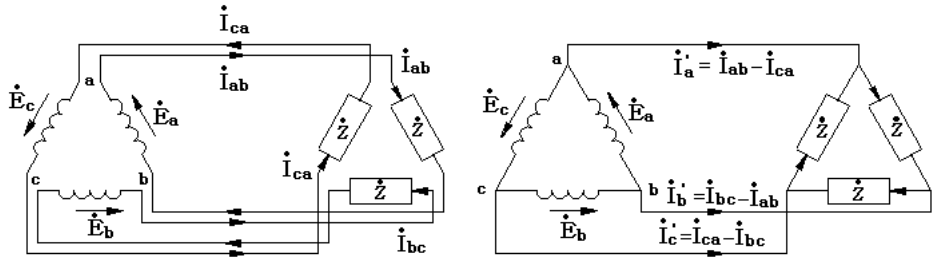
여기서, 선간전압 = $\sqrt{3}$ 상전압,

$$\text{선전류} = \text{상전류}$$

그림과 같이 전원과 부하를 삼각형 또는 델타(Δ) 모양으로 연결하는 방법을 3각 결선 또는 델타(Δ)결선이라고 한다.

정보 사냥

전동기의 기동 시 많은 전류가 흐르게 되면 전동기 소손의 원인이 될 수 있으므로, 기동전류가 적게 흐르는 Y결선으로 기동하고, 정상운전 상태에서는 전류가 많이 흐르는 Δ 결선으로 운전하는 와이델타 기동법을 사용한다.



[그림] II- 11 Δ 결선, 3상 3선식

3. 전기 측정

가. 회로시험기의 구성

회로시험기는 한 대의 계기로 전압과 전류, 저항을 측정하는데 주로 사용하며, 단락 점검과, 다이오드, TR 및 기타 여러 가지 전자 부품의 양 부 판별도 할 수 있다. 그림은 아날로그 회로시험기의 그림으로 선택스위치를 조정해가면서 측정이 가능하다.

회로시험기의 각부 명칭은 오른쪽 그림과 같다.

①은 트랜지스터의 극성을 알아보기 위한 소켓으로 ④를 TR의 위치에 놓으면, ②가 교대로 점멸하는데 트랜지스터의 극성이 맞으면 한 쪽에만 점등된다.

③은 측정할 단자를 삽입하는 곳으로 적색이 (+)가 되게 극성에 주의하여 삽입한다.

④는 전환 스위치로 측정하고자 하는 곳을 선택하여 돌려놓는다. 측정 단자가 연결된 상태에서 돌리지 않도록 주의한다.

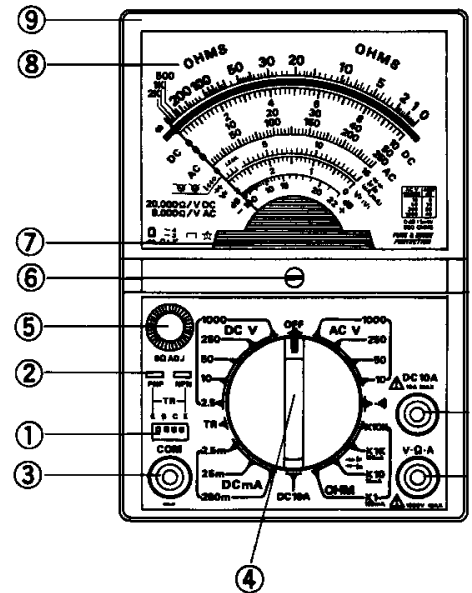
⑤는 저항을 측정하기 전에 측정 단자를 단락시켜 0[Ω]이 되게 조정하는데 사용한다.

⑥은 눈금이 0의 상태에 오도록 조정하는 부분으로 정상시에는 거의 사용하지 않아도 되는 부분이나, 충격 등의 요인으로 발생한 오차를 보정할 수 있다.

⑦의 아래 부분에 회로시험기의 중심부인 가동부가 있다. 이 부분이

쉬어 가기

가정에서 디지털 멀티미터를 사용하려 꺼내보면 배터리가 다 소모되어 꼭 필요할 때 사용하지 못하는 경우가 많다. 회로시험기를 사용하지 않을 때에는 반드시 선택스위치가 OFF에 있도록 하여야한다.



[그림] III- 1 회로 시험기

보충 설명

전류 측정 시 극성이 바뀌면 지침이 거꾸로 가게 되고 정확한 측정을 할 수 없게 될 수도 있다.

또, 전압원에 직접 연결 되면 구동코일이 소손되는 경우가 많이 발생한다.

아날로그 회로시험기의 고장원인으로 가장 많은 것이 직류전류 측정의 위치에서 전압원이 연결된 경우이다.

측정되는 값에 의해 바늘이 움직이게 하는 부분이다.

⑧은 눈금을 읽는 부분으로 반사거울의 바늘과 실제 바늘을 일치시켜 읽도록 한다.

나. 전류의 측정

전기회로에서 전류란 수도관에서 물의 흐름과 같이 생각할 수 있다. 수압에 의해 수도관에 물이 흐르게 되는데, 가정에서 물의 흐르는 양은 유량계(수도 계량기)를 사용하여 측정할 수 있으며, 수도관의 중간에 유량계를 연결하여 사용하고 있다. 이처럼 전기회로에서도 전류의 양을 측정하기 위한 계기가 전류계이며, 회로의 중간에 넣어 측정해야 한다. 즉, 측정하고자 하는 부하와 직렬로 연결하여 사용하여야 함을 말하는 것이다. 다른 것이 있다면 유량계는 물의 양을 누적하는 것이고, 전류계는 순간 순간에 흐르는 전류의 양을 측정하는 것이다.

이와 같이 전류계는 전기회로에 흐르는 전류의 양을 측정하기 위한 계측기로 측정하려는 부하와는 항상 직렬로 연결되어야 한다. 전류계는 내부저항이 아주 작게 설계되어 있어 회로와 병렬로 연결할 경우에는 단락되는 현상이 초래되어 엄청난 전류가 흘러 전류계의 소손을 가져오게 되므로 주의해야 한다. 그리고 직류회로의 측정에서는 극성에 주의하여야 하며, 전류계는 측정 범위를 잘 선택하여 측정하여야 하고, 바늘이 무리하게 돌아가는 일이 없도록 한다. 회로에 흐르는 전류를 전혀 예측할 수 없는 경우에는 최고 단자를 선택하여 한 단계씩 내려가면서 측정한다.

다. 전압의 측정

전압이란 전기적인 위치에너지(전위)의 차이라고 볼 수 있다. 돌을 공중으로 던지면 늘 바닥으로 떨어진다. 이러한 현상은 위치에너지가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하는 것으로, 만약 위치에너지가 같다면 떨어지지 않을 것이다. 전기회로에서도 전위의 차가 없다면 전류가 흐르지 않는다. 수압이 걸리지 않은 수도관에는 물이 흐르지 않는 것과 같다. 같은 수도관에서 수압이 높으면 많은 양의 물이 흐르는 것처럼 전기회로에서 전위의 차(전압)가 클 수록 많은 전류가 흐르게 된다. 이러한 두 지점의 전위차를 측정하기 위해서 전압계를 사용하며, 측정하고자 하는 부하(측정대상)의 양단을 연결하여 사용한다. 즉, 부하와는 병렬로 연결되어야 한다. 이처럼 연결된 두 지점의 전위차를 알아볼 수 있는 계측기가 전압계인 것이다.

쉬어 가기

대부분 전자라고 하면 정밀한 것을 연상하게 되는데, 전자기에 일반적으로 사용되고 있는 저항의 오차는 $\pm 10\sim 20$ 정도이다. 따라서, 저항의 측정에서 선택스위치의 위치가 바뀔 때마다 제로(0)오옴 조정을 하고 측정을 하여야 하지만 오차의 범위가 크기 때문에 보통 저항측정은 저항의 양부측정 용도로 사용되고 있는 것이 대부분이다.

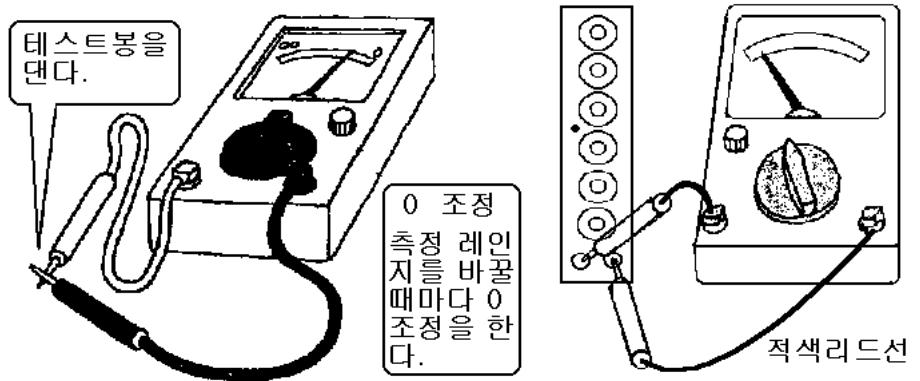
라. 저항의 측정

회로시험기의 적색 리드선을 V, Ω ,A(+)에, 흑색을 COM(-)에 연결한다. 전환 스위치를 저항의 측정 위치에 놓는다. 이때 저항의 크기보다 큰 측정 배율이 되도록 배율을 조절한다.

0[Ω] 조정을 하고, 회로시험기의 리드선을 측정할 저항의 양 단자에 연결한다.

지침과 거울에 비친 바늘 그림자가 일치되도록 시선을 맞추고 저항값을 읽는다.

측정단자에서 회로시험기의 리드선을 제거하고, 전환 스위치를 OFF의 위치로 돌려놓는다.



[그림] Ⅲ- 2 저항의 측정

마. 다이오드 양부측정

- (1) 회로시험기(테스터)와 다이오드를 준비한다.
- (2) 회로시험기(테스터)의 레인지를 저항(R)에 놓는다.
- (3) 회로시험기의 흑색 리드선을 왼쪽에 적색 리드선을 오른쪽에 연결한다.
- (4) 흑색 리드선을 한 쪽 극에, 적색 리드선을 다른 쪽 극에 접속한다.
- (5) 회로시험기의 지침이 Zero(0)쪽으로 이동하는지를 확인한다.
- (6) 리드선을 반대로 연결하고 (5)항목을 확인한다.

두 번 모두 움직이던가, 모두 움직이지 않는다면 이상이 있는 다이오드이다.

한 쪽만 동작하였을 때 흑색리드가 연결된 쪽이 다이오드의 P형, 적색리드가 연결된 쪽이 다이오드의 N형이 된다.

정보 사냥

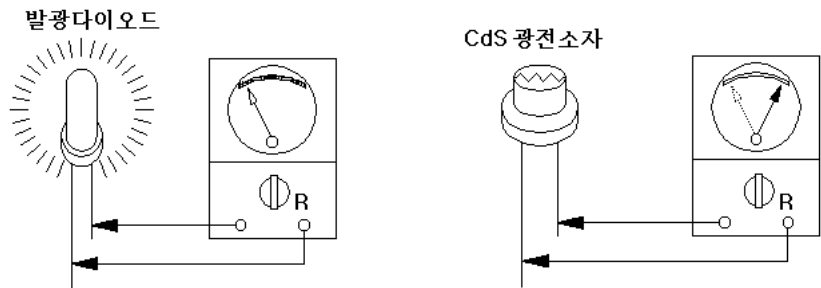
빛을 에너지 송신 수단이나 수신 수단으로 사용할 때에 빛에너지를 전기 에너지로 변환하는 소자이다. 이용하는 금속에 따라 여러가지 종류가 있으며 직선성과 응답속도가 좋고 암전류도 적다는 장점이 있다.

바. 광전소자의 양부측정

다이오드의 극성 찾기와 같은 방법으로 양부를 판별한다.

발광 다이오드에서는 발광이 되므로 테스트의 지침을 보지 않아도 쉽게 발광다이오드의 양부를 판별할 수 있다.

광전소자의 경우 손으로 빛을 차단하면 저항값이 변화하는 것을 확인하면 된다.



[그림] Ⅲ- 3 발광다이오드와 CdS광전소자

사. 트랜지스터 극성찾기

테스터의 레인지를 $\times 1[R]$ 에 놓고 적색리드를 한 극에 고정시키고 흑색리드를 다른 두 극에 각각 접촉하여 테스트의 지침이 모두 움직인다면 그 극이 베이스가 된다. 여기서 한 쪽만 움직인다면 적색리드를 다른 극에 놓고 반복하여 실험한다. 또 모든 극에서 나타나지 않는다면 이 트랜지스터는 PNP형이 아니거나 불량이라고 볼 수 있다.

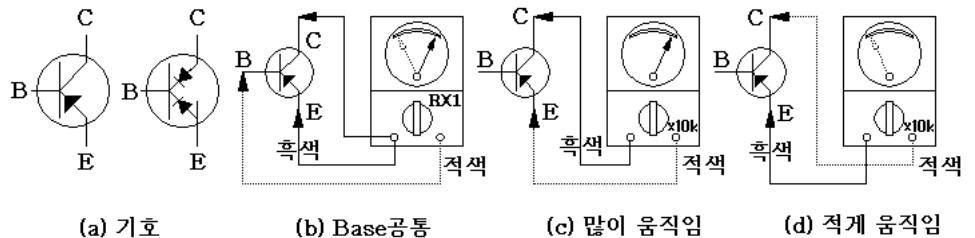
테스터의 전환스위치를 $\times 10[kR]$ 에 놓고, 베이스를 제외한 두 극에 테스트의 두 리드선을 접속하고 지침을 확인한다.

테스터 리드선을 반대로 접속하여 보고 지침을 확인한다.

많이 움직였을 때의 적색 리드선에 접속된 극이 이미터가 되고 흑색 리드선이 컬렉터가 된다.

쉬어 가기

접합형 트랜지스터의 단자는 이미터(emitter), 베이스(base), 컬렉터(collector)이고, MOS-FET형 트랜지스터의 단자는 소스(source), 게이트(gate), 드레인(drain)이라고 한다.



[그림] Ⅲ- 4 PNP형 트랜지스터 극성찾기

정보 사냥

플레밍의 오른손 법칙을 이용한 교류발전기로 직류를 만들기 위해서 정류자를 설치하여 아래쪽 사인파 영역이 발생될 때 반대로 연결되도록 하면 위쪽과 같은 파형이 출력된다. 이 출력을 콘덴서 등을 이용한 평활회로로 구성하여 사용하는 방법을 많이 사용하고 있다.

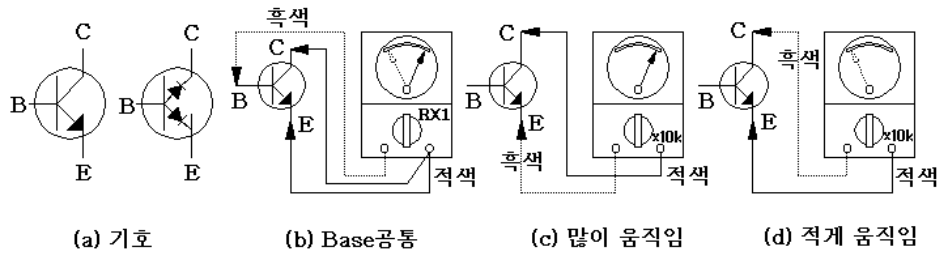
보충 설명

유도전동기의 원리에서 플레밍의 왼손, 오른손 법칙을 적용할 때 자석은 고정되어 있고, 원판이 회전하는 개념으로 해석하여야 한다.

쉬어 가기

무대장치에서 전구를 일렬로 배치하고 교대로 켜다 켜다를 반복하면 움직이는 느낌이 나게 된다. 이와 마찬가지로 전자석에 교류전원을 인가하면 N극과 S극이 반복해서 바뀌게 된다. 즉, N극과 S극이 순환적으로 이동(힘)한 것이 된다.

NPN형에서는 색깔이 반대로 된다.

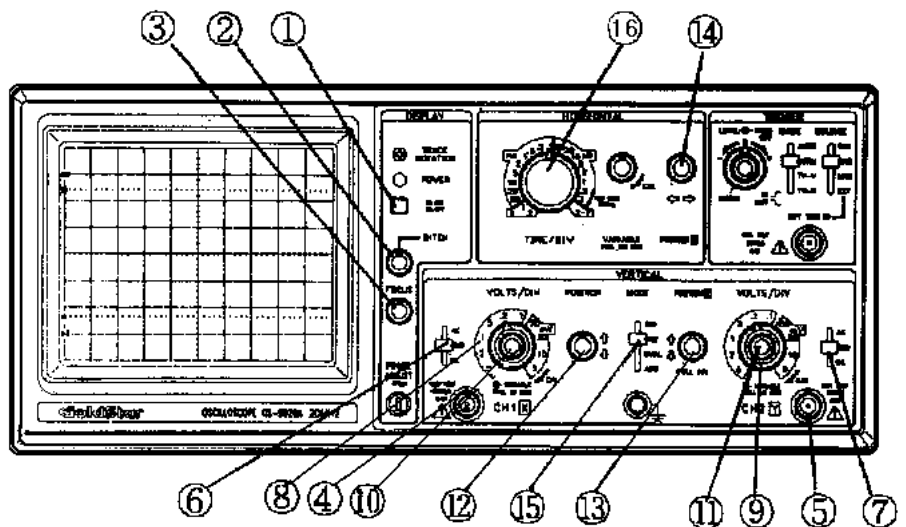


[그림] Ⅲ- 5 NPN형 트랜지스터 극성찾기

아. 오실로스코프

오실로스코프는 시간적으로 변하는 전기적인 신호를 음극선관의 스크린에 나타낼 수 있도록 만든 계측기이다. 이는 눈으로 볼 수 없는 전기적인 여러 현상을 전자빔을 이용하여 나타낸 것이다. 음극에서 방사되는 전자빔에 전기장을 가하여 편향을 일으키고 이를 음극선관(CRT)의 형광막에 투사하여 빛으로 나타내는 것으로 편향판의 전위에 따라 전자빔의 방향이 바뀜으로 가해진 전위를 볼 수 있는 것이다. 수평 편향은 일정한 시간을 주기로 편향을 하며, 수직편향은 전위에 따라 편향이 되므로 수평축에서는 시간의 함수인 주기를 알 수 있으며, 수직 축에서는 전위의 크기를 측정할 수 있다.

오실로스코프의 화면은 음극선관이므로 휘도와 초점을 조절한 후 사용하며, 우선 모든 기준값(division당의 시간과 전위의 크기)을 설정하여 맞추어 수평축의 기준과 수직축의 기준을 맞춘다.

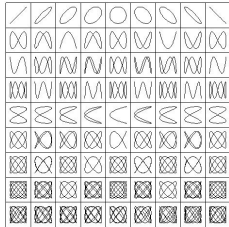


[그림] Ⅲ- 6 오실로스코프

정보 사냥

리사주(Lissajous)

오실로스코프의 X축 입력과 Y축 입력에 각각 다른 신호를 넣을 때 화면에 나타나는 파형을 가리킨다. 두 신호의 위상차와 주파수비 등에 따라 특징적인 패턴이 나타나기 때문에 서로 관계를 시각적으로 파악할 수 있다.



① POWER스위치: 누르면 전원이 공급되고 다시 누르면 전원이 차단된다.

② INTEN: 휘도조절

③ FOCUS: 전자빔의 초점 조절

④ CH1: 1채널의 입력신호 접속부로 X-Y동작 시는 X축의 신호입력.

⑤ CH2: 2채널의 입력신호 접속부로 X-Y동작 시는 Y축 신호입력.

⑥,⑦ AC, GND, DC: AC입력 시, GND기준점 필요시, DC입력 시 선택.

⑧,⑨ VOLTS/DIV: 수직편향 감도를 조절하는 것으로, 음극선관의 1칸 당 전압의 크기를 나타내는 값이며 PROBE(오실로스코프의 측정단자)의 값을 고려하여 조절한다. 여기서는 PROBE의 상태를 $\times 10$ 의 모드에서 사용하므로 .5[V]에 있을 경우 1칸의 전압은 5[V]가 되므로 주의한다.

⑩,⑪ VARIABLE: 수직 편향감도를 연속적으로(미세) 조정하는 것으로 우측으로 돌려진 상태에서 사용한다. 최 좌측 시는 1/2.5이하로 감쇠하며, 잡아당기면 5배로 증폭 측정되므로 주의한다.

⑫,⑬,⑭ POSITION: CH1, CH2의 좌우 위치조절 및 상하 위치를 조절한다.

⑮ CH1, CH2, DUAL, ADD: CH1 신호만 입력, CH2신호만 입력, 두 신호 동시 입력, 두 신호의 대수합으로 신호 입력을 선택하는 스위치.

TIME/DIV: X축 1칸 당의 시간을 나타내기도 하며, 본 실습장에서는 0.2 [mSec]로 초기값을 놓고 실습을 하게 된다. 또 X-Y상태는 리사주 도형을 관찰할 수 있다.

탐 구 활 동

1. 전기공학에서 많이 사용되고 있는 그리스 문자에 대해 알아보자.
2. SI 단위 접두사에 대해 알아보자.

쉬어 가기

그리스 문자와 SI 단위 접두사는 기계공학 및 전기공학 등 이공계열 학과목의 수식 전개에 많이 사용되고 있으므로 알아두도록 한다.

1. 그리스 문자 읽기

대문자	소문자	명칭	읽기	대문자	소문자	명칭	읽기
A	α	alpha	알파	N	ν	nu	뉴우
B	β	beta	베타	Ξ	ξ	xi	크시
Γ	γ	gamma	감마	O	ο	omicron	오미크론
Δ	δ	delta	델타	Π	π	pi	파이
E	ε	epsilon	엡실론	P	ρ	rho	로
Z	ζ	zeta	제타	Σ	σ	sigma	시크마
H	η	eta	에타	T	τ	tau	타우
Θ	θ	theta	시타	Υ	υ	upsilon	업실론
I	ι	iota	이오타	Φ	φ	phi	피
K	κ	kappa	카파	X	χ	chi	키
Λ	λ	lambda	람타	Ψ	ψ	psi	프시
M	μ	mu	뮤우	Ω	ω	omega	오메가

[표] II- 2 그리스 문자 읽기

2. SI 단위접두사

인자	기호	읽기	소문자	명칭	읽기
10 ¹	da(deka)	데카	10 ⁻¹	d(deci)	데시
10 ²	h(hecto)	헥토	10 ⁻²	c(centi)	센티
10 ³	k(kilo)	킬로	10 ⁻³	m(milli)	밀리
10 ⁶	M(mega)	메카	10 ⁻⁶	u(micro)	마이크로
10 ⁹	G(giga)	기가	10 ⁻⁹	n(nano)	나노
10 ¹²	T(tera)	테라	10 ⁻¹²	p(pico)	피코
10 ¹⁵	P(peta)	페타	10 ⁻¹⁵	f(femto)	펨토
10 ¹⁸	E(exa)	엑사	10 ⁻¹⁸	a(atto)	아토

[표] II- 3 SI 단위접두사

단 원 정 리

쉬어 가기

전기의 발달사

- 탈레스-호박전기
- 길버트-마찰전기
- 프랭클린-번개
- 갈바니-검류계
- 쿨롱-쿨롱의 법칙
- 볼타-전압의 단위
- 외르스테드-자기작용
- 앙페르-전류단위
- 제백-열전류
- 파라데이-전자유도작용
- 헨리-전자유도계수
- 옴-옴의 법칙
- 줄-줄의 법칙
- 맥스웰-전자기파
- 헤르쯔-주파수의 단위
- 지멘스-발전기
- 벨-전화기
- 에디슨-전등
- 플레밍-왼손, 오른손
- 마르코니-무선통신
- 툼슨-전자발견

1. 원자는 원자핵과 전자로 구성되어 있고, 전자의 이동에 의하여 전위차가 발생한다.
2. 전기는 전위의 차이에 의하여 흐름이 발생하며, 전기가 잘 통하는 정도를 가지고 도체, 반도체, 부도체로 구분한다.
3. 저항을 직렬로 연결하면 각 저항을 흐르는 전류의 크기는 같고, 전압은 저항의 크기에 비례하여 분배된다.
4. 저항을 병렬로 연결하면 각 저항에 걸리는 전압의 크기는 같고, 전류는 저항의 크기에 반비례하여 분배된다.
5. 접속점에서 유입전류의 합과 유출전류의 합은 같다.(키르히호프의 법칙)
6. 저항에 전류가 흐르면 열이 발생하는데, 전류의 공급과 저항, 시간의 곱에 비례한다.(줄의 법칙)
7. 서로 다른 금속 양단을 접합면에 온도차가 발생하면 열기전력이 발생한다.(제백 효과) 반대로, 전류를 흘려주면 열의 흡수 및 발생현상이 나타난다(펠티에 효과)
8. 자기장 내의 두 점전하에 작용하는 힘은 자하의 크기에 비례하고 거리의 제곱에 반비례한다.(쿨롱의 법칙)
9. 전류가 흐르는 도선 주위에는 자력선이 형성되는데, 오른 나사 진행 방향의 회전 방향으로 형성된다.(앙페르의 법칙)
10. 솔레노이드(코일)에 자속변화가 발생하면 유도 기전력이 생기는데, 자속의 변화를 방해하는 방향으로 나타난다.(패러데이 및 렌쯔의 법칙)
11. 힘, 자기, 전기 중 두 가지가 있으면 나머지 하나가 생성된다. 이 때, 세 에너지의 방향은 직각관계에 있으며, 전동기는 플레밍의 왼손을 발전기는 오른손 법칙을 적용한다.
12. 유도전동기는 회전자계와 전류에 의해 회전자에 맴돌이 전류가 발생되고(플레밍의 오른손 법칙) 다시, 맴돌이 전류와 자기에너지에 의해 회전자계의 회전방향으로 힘이 발생한다.(플레밍의 왼손 법칙)
13. 3상 교류는 각 상이 120°의 위상차를 가지고 있어 중성선(neutral)으로 흐르는 전류의 합이 영(0)이 되어 3선으로 전기에너지를 공급할 수 있다.

학 습 목 표

1. 감지기의 기본 원리를 이해하고 사용할 수 있다.
2. 리드 스위치의 동작 원리를 이해하고 사용할 수 있다.
3. 근접 감지기의 동작 원리를 이해하고 시스템에 적용할 수 있다.
4. 광전 감지기의 동작 원리를 이해하고 적용할 수 있다.
4. 기타 여러 가지 감지기의 동작 원리를 이해하고 적용할 수 있다.

보충 설명

감지기, 검출기는 정보를 직접 이용하고, 변환기는 대응되는 다른 신호로 변환한 후 전기 신호를 출력하는 방식이다.

쉬어 가기

비싸고 최신 기술을 접목한 스위치가 가장 좋은 것은 아니다. 제어 대상의 목적에 맞고 경제적인 가치에 포함되어야 한다. 형광등 하나 켜는데 스위치가 아파트 값보다 비싸다면?

4. 감지기

가. 감지기의 개요

1) 감지기의 정의

감지기(sensor)는 측정 대상물로부터 정보를 감지 또는 측정하여 그 측정량을 전기적인 신호로 변환하는 소자 또는 장치이다. 감지기와 함께 사용되고 있는 변환기(transducer)는 감지 대상의 상태량을 이에 대응하여 측정할 수 있는 물리량의 신호로 변환하는 장치이다.

감지기는 자기, 빛, 온도, 초음파, 압력, 변위, 습도 등 다양한 외부 환경의 영향에도 안정적으로 동작되어야 한다. 특히, 감지기가 제어계의 기본 요소로 사용될 때 고장이 나면 그 영향이 매우 심각해지므로 감지기는 다음과 같은 특성이 요구된다.

구 분	감지기의 조건
특 성	검출 범위가 적절하고 검출 감도가 좋을 것
	응답 속도가 빠르고 감지기 선택성이 좋을 것
	정밀하면서도 동작이 확실할 것
신뢰성	구조가 간단할 것
	주변 환경에 대한 영향을 적게 받을 것
보수성	장시간 사용해도 특성이 변하지 않고 수명이 길 것
생산성	호환성 및 보존성이 우수하고 보수가 용이할 것
생산성	제조 원가가 저렴할 것

[표] IV- 1 감지기의 조건

2) 인간과 감지기

감지기는 인간의 감각기관 역할을 하는 것으로 그 쓰임새와 종류가 매우 다양하다. 인간은 오감으로 외부 정보를 수집하고 전기적 신호로 변

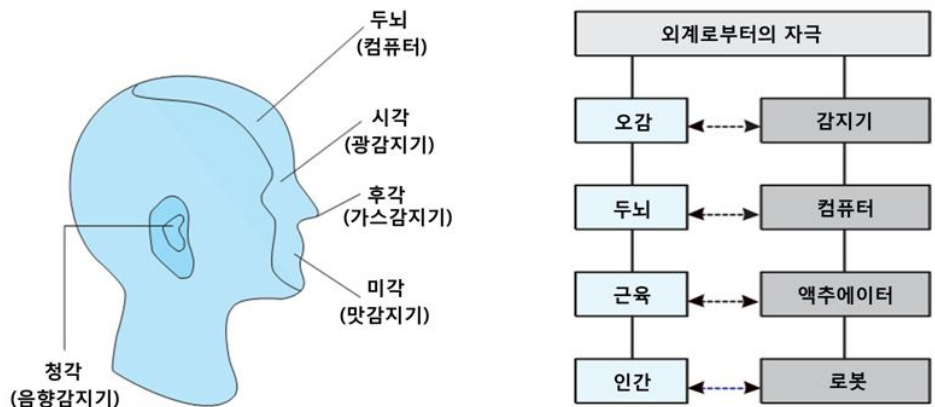
정보 사냥

만화 속에서 등장하던 로봇들이 우리 현실에 하나 둘씩 등장하고 있다. 다양한 감지기들이 개발되었기 때문에 가능한 일이다.

꼭 기억해야 할 것은 로봇은 반드시 인간의 통제가 가능하게 제작하여야 한다.

환하여, 신경 계통을 거쳐 뇌에 전달하며, 뇌는 이 신호를 정보화한다. 이에 대응하여 기계 장치는 감지기로 외부 정보를 받아 다양한 방법으로 전기적인 신호로 변환한 후, 전기 회로를 통해 컴퓨터나 PLC 등의 정보 처리 장치로 전달하여 처리한다.

감지기는 인간의 오감을 대신할 수 있는 것은 물론 인간이 감지할 수 없는 영역에 걸쳐 다양한 감지기가 개발되고 있다. 감지기와 인간의 감각기관을 비교하면 다음 그림과 같다.



[그림] IV- 1 인간과 감지기

3) 감지기의 분류

자동화 설비에 사용하는 감지기는 주로 물체의 존재 여부 및 운동 상태를 감지하는 검출용 감지기를 주로 사용한다. 검출용 감지기는 접촉식과 비접촉식이 있으며, 종류는 다음 표와 같다.

보충 설명

감지기의 검출신호에 따라 분류하면 아날로그 감지기, 디지털 감지기, 스위치형 감지기 등이 있다.

감지방법	종 류	
접촉식	마이크로 스위치, 공기압 리밋 스위치, 전기 리밋 스위치, 테이프 스위치, 터치 스위치	
	근접감지기	고주파형, 정전용량형, 자기형, 유도형
비접촉식	광감지기	투과형, 반사형
	영역 감지기	광전형, 초음파형, 적외선형

[표] IV- 2 감지기의 분류

접촉식 감지기는 물체와 감지기가 물리적인 접촉을 통하여 동작하는 것으로 마이크로 스위치, 리밋 스위치, 테이프 스위치, 매트 스위치, 터치

정보 사냥

가게 문을 열고 들어가면 멜로디소리가 나며 손님이 온 것을 알려준다.

리드 스위치를 이용하여 멜로디 장치를 동작시키는 방법을 사용하면 간단하게 만들 수 있다.

보충 설명

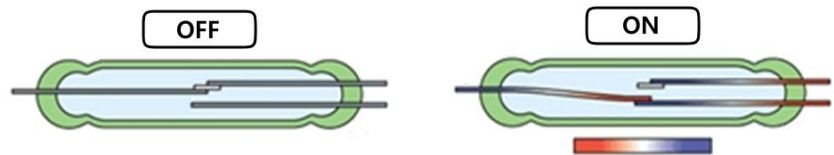
외부의 리드 스위치와 내부의 실린더 위치 설정이 맞지 않으면 동작되지 않는 경우가 발생하므로 주의한다.

스위치 등이 있으며, 조작용 스위치류와 함께 사용하여 출입문의 개폐 여부, 가공물의 존재 유무 등의 검출 등 다양하게 이용되고 있다.

비접촉식 감지기는 외부 물체와 접촉하지 않고 물체나 외부 신호를 감지하는 방식으로, 대표적인 것으로 유도형, 정전 용량형, 고주파형, 자기형, 광전형, 초음파형, 적외선형 등이 있다.

나. 리드 스위치

리드 스위치(reed switch)는 마그네트(영구 자석)과 같은 외부 자기장을 검출하는 자기형 근접 감지기로, 대체로 큰 자기량의 유무를 검출할 때 사용한다. 리드 스위치는 레벨의 검출이나 실린더의 피스톤 위치 등을 검출할 때 이용되고 있다.



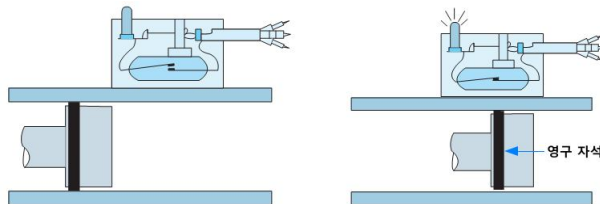
[그림] IV- 2 리드 스위치

리드 스위치는 리드의 기계적 탄성보다 강한 자석 등의 외부 자기장이 접근하면 기계적 탄성을 이기고 접점이 동작한다.

리드 스위치의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 가스, 수분, 온도 등 외부 환경 영향에도 안정적으로 동작한다.
- ② ON/OFF 동작 시간이 빠르며 수명이 길다.
- ③ 소형 경량이며 값이 싸다.
- ④ 접점은 내식, 내마멸성이 우수하고 개폐동작이 안정적이다.
- ⑤ 내전압 특성이 우수하다.

리드 스위치는 실린더 피스톤의 위치 검출에 주로 이용되고 있는데, 실린더 피스톤에 영구 자석을 설치하고, 실린더 외부에 리드 스위치를 붙여 놓은 구조로 되어 있다.



[그림] IV- 3 실린더 위치 검출

다. 근접 감지기

정보 사냥

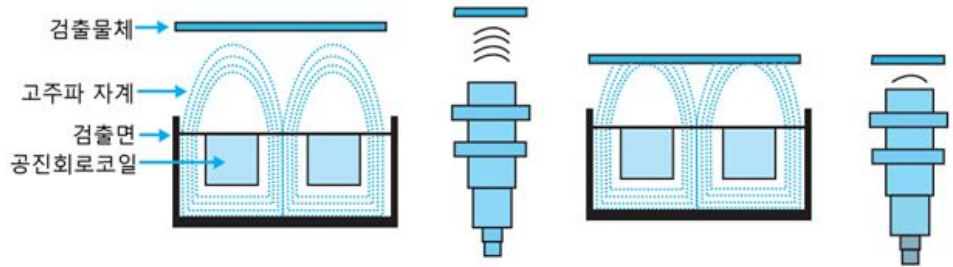
근접 감지기를 검출 방식에 따라 분류하면 다음과 같다.

- 자기 포화형
- 고주파 발진형
- 자동 코일형

근접 감지기는 감지기의 검출면에 접근하는 물체 또는 주위에 존재하는 물체의 유무를 자기 에너지, 정전 에너지의 변화 등을 이용해 검출하는 무접점 감지기를 말한다. 유도형과 정전 용량형이 있다.

1) 유도형

유도형 근접 감지기는 물체의 접근에 의한 자기장의 변화를 검출하는 방식으로, 자기장의 영향을 받는 금속의 검출에 한정된다.

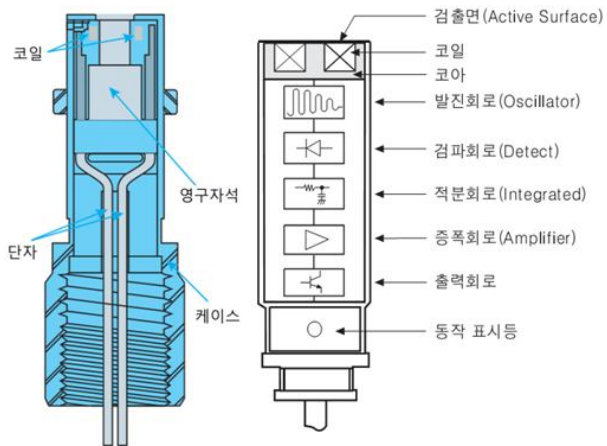


[그림] IV- 4 유도형 근접 감지기

유도형 근접 감지기는 자기에너지의 변화량에 따라 유기 기전력의 크기가 변화되는 전자 유도 원리를 이용하기 때문에 검출 물체가 금속으로 한정된다. 유리, 나무, 종이 등 비금속을 검출할 수 없는 단점이 있지만 오히려 이것이 장점이 되어 이물질의 검출 등에 이용되기도 한다.

보증 설명

일반적으로 감지기에서 검출되어지는 신호의 크기는 아주 미약하다. 따라서 감지기 내부에는 외부의 장치를 동작시킬 수 있도록 증폭 등의 신호처리 회로가 들어 있다.



[그림] IV- 5 유도형 근접 감지기 내부

정보 사냥

여러 가지 물질의 비유전율

- 유리 : 3~15
- 물 : 81
- 얼음 : 4
- 고무 : 3~4
- 종이 : 1.2~3.0
- 비닐 : 2.5

쉬어 가기

터치스크린 감지 방식

- 접촉 정전용량 방식
- 압력 저항막 방식
- 적외선 감지 방식
- 초음파전도방식
- 장력 측정 방식
- 피에조 효과 방식

등이 있다.

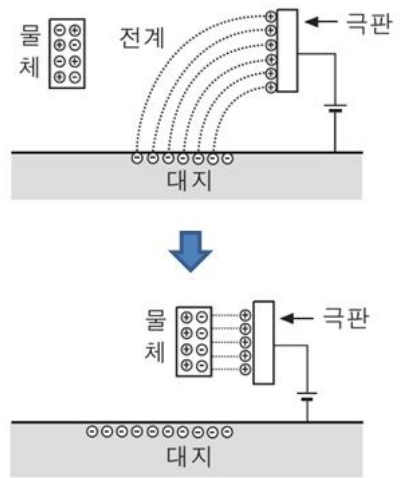
2) 정전 용량형

정전 용량형 근접 감지기는 감지기 앞에 물체가 놓이게 되면 감지기의 정전 용량이 변화하는 것을 감지한다. 정전 용량형은 이 변화량을 검출하여 증폭 등의 신호 처리를 통하여 물체의 유무를 판별하는 방식이다.

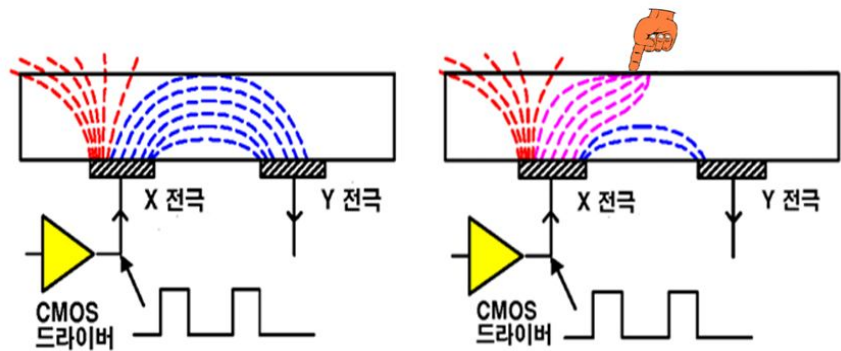
감지기 전극의 정전 용량은 검출체의 크기, 두께, 유전율과 관계가 있으며, 공기보다 비유전율이 큰 물체는 모두 감지할 수 있다. 일반적으로 물체가 크고, 물체의 비유전율이 클수록 검출이 용이하며 검출거리도 길게 된다.

감지기의 검출 거리는 검출면, 검출체 사이의 거리, 검출체의 크기, 검출체의 유전율 등의 요소에 영향을 받는다. 종이와 같이 유전율이 작은 물체의 경우 두께가 얇으면 감지기의 동작이 안정적이지 못한 경우가 발생할 수 있으므로 일정 두께 이상 유지시켜 검출 하여야 한다.

정전 용량형은 자기 에너지를 감지하는 유도형과 달리 금속을 포함하여 플라스틱, 유리, 도자기, 목재와 같은 절연물과 물, 기름, 액체와 같은 액체도 검출할 수 있으며, 분말 검출, 마개 검출, 금속 검출, 터치스크린 등 다양한 용도로 사용되고 있다.



[그림] IV- 6 동작 원리



[그림] IV- 7 정전 용량형 검출 원리

3) 감지기의 검출거리

감지기의 검출 거리는 검출 물체의 크기, 두께, 재질, 이동 방향, 도금의 유무 등 여러 가지 요소에 따라 달라질 수 있다.

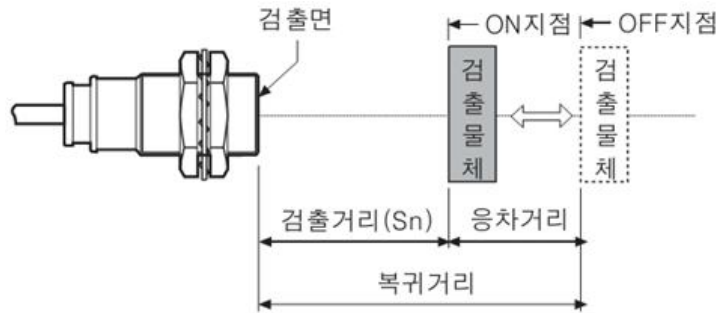
같은 재질의 검출체라도 검출체의 크기가 너무 작으면 검출하지 못할 수도 있으며, 검출체의 크기가 커지면 검출거리가 길어지지만 무한히 길어지는 것은 아니다.

정보 사항

- 정격감지거리 (Sn)
제품생산시의 허용오차, 주변온도, 공급전압등의 제반적인 조건을 무시한 순수한 이론적인 수치
- 유효동작거리 (Sr)
정격공급전압과 정격주변온도의 조건하에서 제품생산시 허용오차를 고려하여 측정한 수치로 정격 감지거리인 Sn에 최대 ±10%
- 실용개폐범위 (Su)
특정한 온도의 전압하에서 측정한 감지거리임. 유효감지거리(Sr)에 최대 ±10%(정격감지거리 (Sn)의 ±20%)
- 동작보장범위 (Sa)
온도 및 동작전압이 허용범위안에 들기만 하면 근접스위치로서 동작이 보장이 되는 범위임정격 감지거리 (Sn)의 70%

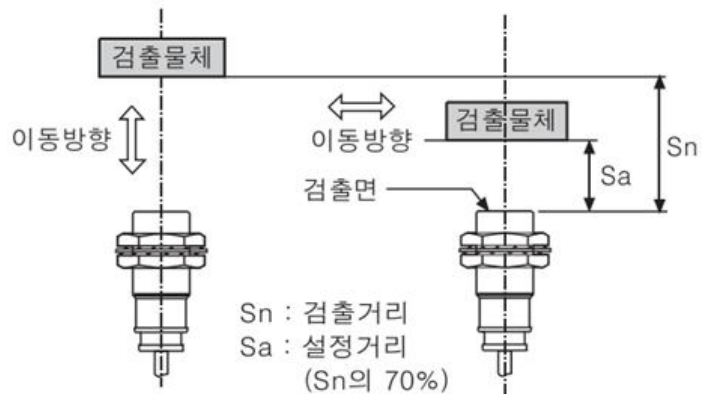
검출물체가 점점 가까이 다가와 감지기에 감지되면 감지기가 ON 상태가 되는데 이때, 감지기의 검출면과 검출물체 사이의 거리를 검출거리라고 한다.

또, ON 상태가 된 후 검출물체가 점점 멀어져서 다시 OFF 상태가 될 때의 거리를 복귀거리라고 한다.



[그림] IV- 8 감지기의 검출거리

복귀거리에서 검출거리를 뺀 거리가 응차거리이다. 일반적으로 감지기와 검출체 사이의 설정거리는 검출거리의 70% 정도로 설계한다.



[그림] IV- 9 감지기의 설정거리

4) 감지기의 출력 형식

근접 감지기의 출력 형식에는 PNP형과 NPN형이 있다. PNP 출력 형식은 양의 전원을 출력으로 하므로, 감지기와 출력단의 부하를 연결할 때 감지기와 연결된 반대쪽은 0[V]에 연결하여야 하며, NPN 출력 형식은 음의 전원을 출력으로 하므로, 감지기와 출력단의 부하를 연결할 때 감지기와 연결된 반대쪽은 +[V]에 연결하여야 한다.

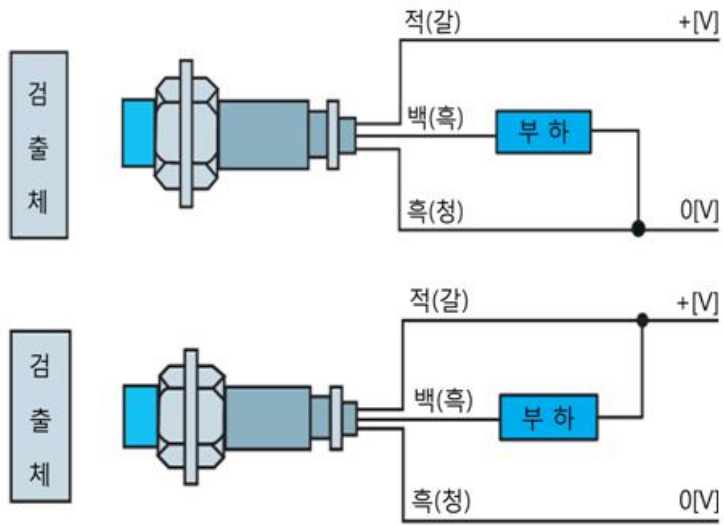
정보 사냥

PNP
Positive Switching

NPN
Negative Switching

쉬어 가기

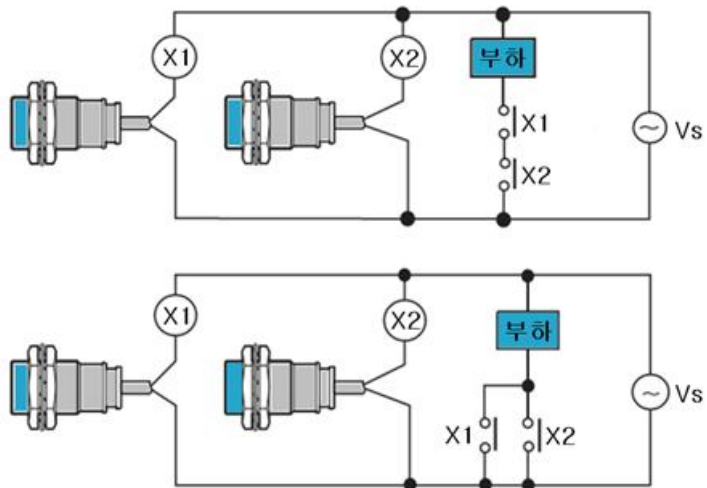
공통선을 잘못 연결할 경우 감지기에 손상을 줄 수도 있으므로 주의하여야 한다.



[그림] IV- 10 감지기의 출력 형식

5) 감지기의 직렬·병렬 연결

여러 개의 감지기를 연결하여 사용할 때에는 직렬 또는 병렬로 연결하는 방법을 사용하는데, 이 때, 직접 연결하는 방법보다는 계전기를 이용하여 연결하는 방법이 훨씬 안정적인 방법이다.



[그림] IV- 11 감지기의 직렬, 병렬 연결

라. 광전 감지기

광전 감지기는 일반적으로 자외선에서 적외선까지의 광 파장 영역에 있는 빛을 검출하며, 발광부와 수광부로 되어 있다.

광전 감지기를 광 변환 원리에 의해 분류하면 광 기전력형, 광 도전형,

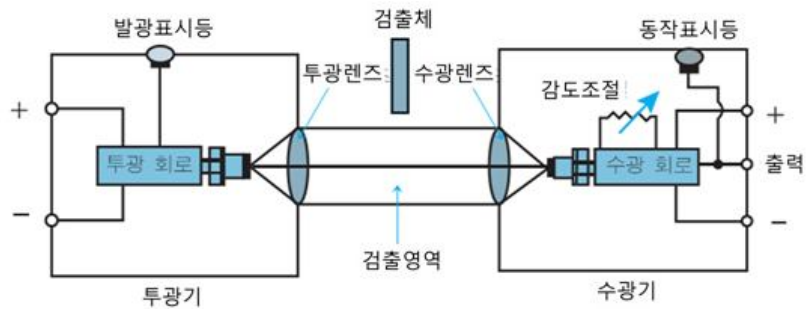
보충 설명

광전 감지기의 동작 방식은 태양전지와 같이 빛이 들어오면 전기에너지를 발생시키는 방식, 빛의 양에 따라 저항값이 변화되는 방식 등이 이용되고 있다.

광 전자 방출형, 복합형 등이 있고, 검출 방식에 따라 투과형, 회기 반사형, 확산 반사형이 있다.

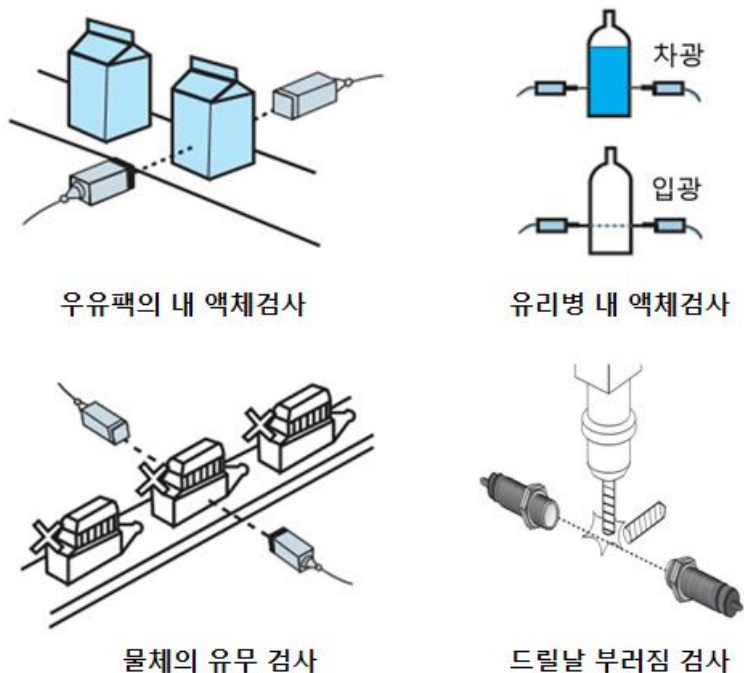
1) 투과형

투과형 감지기는 빛을 발생시키는 투광기와 빛을 받아들이는 수광기가 분리된 구조로 되어 있으며, 비교적 감지 범위가 넓다. 투과형의 설치는 동일 광축선상에 투광기와 수광기를 서로 마주 보게 설치해 두고, 그 사이를 통과하는 검출체에 의한 광량의 변화를 검출하는 방식이다.



[그림] IV- 12 투과형

투과형 감지기를 이용하면 제품의 유무 및 통과 수량을 알 수 있고, 제품 중에서 불량품을 검출하는 데 응용할 수도 있으며, 투광기에서 나온 빛을 수광기에서 검출하여 우유팩 또는 우유병 내의 액체가 가득 차 있는지 비어 있는지 여부를 검출 할 수도 있다.

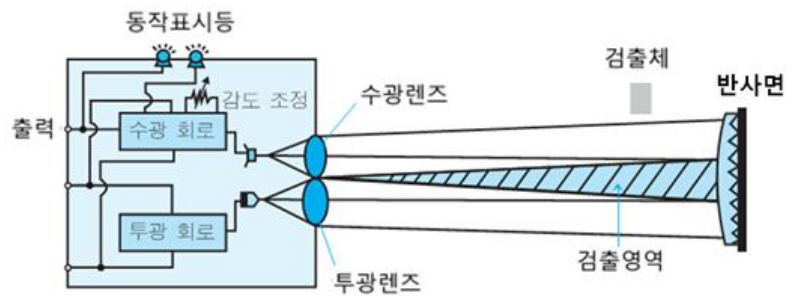


[그림] IV- 13 투과형 사용 예

2) 회귀 반사형

회귀 반사형은 발광부와 수광부가 한 몸체로 구성되어 있는 구조로 감지기와 반사경 사이를 통과하는 검출체에 의해 반사되는 광량의 변화를 검출하며, 발광부에서 나온 빛이 반사경을 통해 반사되고, 반사된 빛을 수광부에서 검출하는 방식이다.

주차 빌딩이나 자동 주차 시스템에서 주로 볼 수 있으며, 감지기의 응답 범위 특성이 긴 경우에 사용된다.

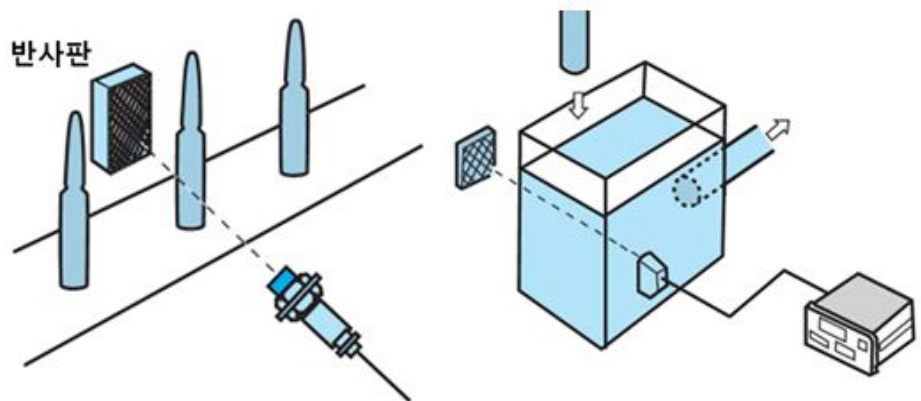


[그림] IV- 14 회귀 반사형

앰플 용기의 이상 유무 및 우유팩 내의 액체의 유무, 액체의 탁도 변화 검출, 반투명 용기의 진행과정에서 투명 용기가 끼어 있는지의 여부를 검사하는 곳에 적용할 수 있다.

정보 사냥

앰플[ampoule]
주사액이 든 작은 병

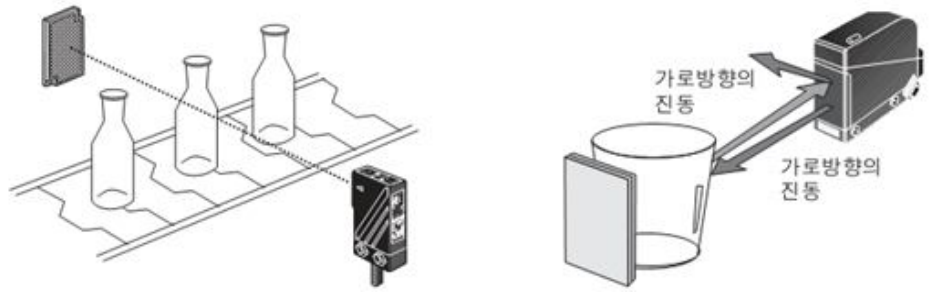


[그림] IV- 15 회귀 반사형 광전 스위치 사용 예

투광부에서 나온 빛이 반사판에서 반사되어 수광부로 들어가는 구조이므로 외부의 빛이 검출 물체에 반사되어 다시 투광부로 들어가는 재료에는 적합하지 않다. 필요에 따라서 수광부에 편광필터를 사용해야 하는 경우도 있다.

보증 설명

편광 - 빛의 전파 방향에 수직인 평면안에서 빛의 진동이 일정한 방향으로만 진폭을 달리하는 빛



[그림] IV- 16 편광필터 사용 예

3) 확산 반사형

확산 반사형 감지기는 투광부와 수광부가 한 몸체로 구성되어 있는 일체형으로 회기 반사형 감지기와 구조는 같으나 검출체에 의해 확산 반사된 빛을 검출하는 방식이므로 반사경은 필요하지 않다.

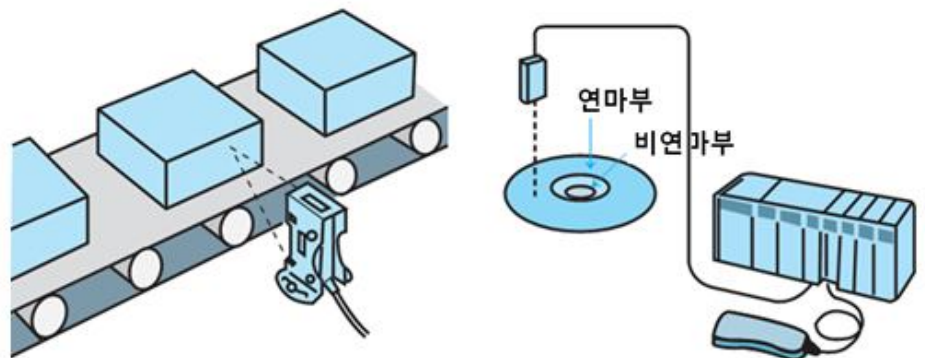
확산 반사형 감지기는 장소가 좁아 수광기나 반사경을 설치할 수 없는 경우에 많이 사용한다. 그러나 검출체의 표면 조건에 따라 빛의 반사율이 달라지는 단점이 있다. 확산 반사형은 투광기가 없고 자연광이 물체에 반사되어 들어오는 빛을 검출하는 것도 있다.

확산 반사형은 검출 물체로부터 반사된 빛을 검출 할 수 있으므로 반사현상이 발생하지 않는 물체의 검출에는 적합하지 않다.

예를 들면 검정색은 빛을 흡수하므로 반사가 잘 이루어지지 않아 검출되지 않을 수 있다.

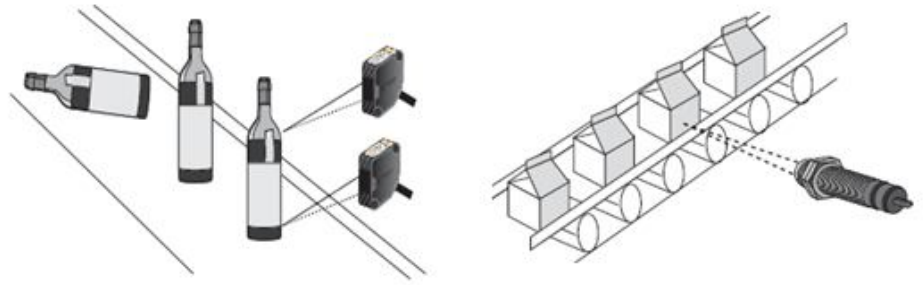
보증 설명

확산 반사형 광전 감지기는 광원이 렌즈를 통과한 후 넓게 확산되며 검출 각도가 넓어지지만 상대적으로 검출거리가 짧아진다. 넓은 면적을 검출할 필요가 있는 곳에 사용된다.



[그림] IV- 17 확산 반사형 광전 감지기 사용 예

빛을 반사할 수 있는 물체의 유무를 판별할 수 있다. 연마가 된 부분은 빛을 반사할 수 있고 연마되지 않은 부분은 빛이 산란되어 검출되지 않는 원리를 이용하여 연마된 제품과 연마되지 않은 제품을 구별할 수 있다.



[그림] IV- 18 확산 반사형 광전 감지기 사용 예

광전 감지기를 사용하여 유리병 또는 우유팩의 유무, 감지기를 조합하여 액면의 높이 검출 등 다양한 적용이 가능하다.

4) 광파이버 케이블

광파이버 케이블은 플라스틱이나 유리 섬유로 만들어진 매체를 말하는 것으로, 광 감지기의 소광 또는 감지기 설치 공간을 확보하기 어려운 경우에 사용한다.

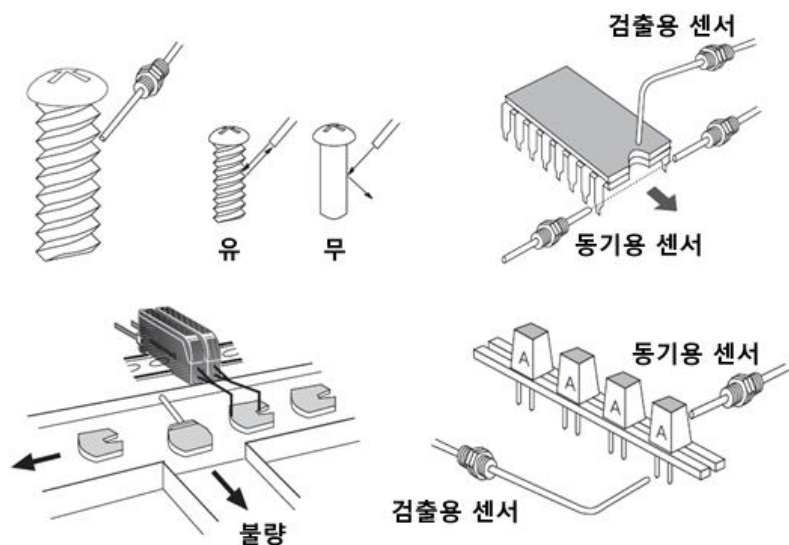
광파이버 케이블은 가볍고 가늘어서 적은 공간을 차지하면서도 전송 속도가 높고 에러 발생률이 적어, 고속 전송과 높은 신뢰도를 필요로 하는 응용 분야에서 많이 사용된다.

광전 감지기를 설치할 공간이 부족한 경우 광파이버 케이블을 이용하면 설치하기가 쉽다. 또, 폭발의 위험성이 있는 곳에도 적용할 수 있다.

탭의 유무, IC 핀의 양부 판별, 부품의 형태 판별, 부품의 리드 검출 등 다양한 곳에 적용할 수 있다.

쉬어 가기

박쥐가 어두운 밤에도 약 30[cm] 간격의 좁은 격자 모양의 철망을 빠져 나갈 수 있는 것도 초음파를 이용하여 감지하기 때문이다.



[그림] IV- 19 광파이버 사용 예

마. 초음파 감지기

일반인의 귀가 들을 수 있는 소리의 주파수 범위는 20Hz~20kHz로 가청주파수라 하고, 20kHz를 초과하면 사람이 듣지 못하는데 이를 초음파라고 한다. 초음파 감지기는 20kHz 이상의 음향에너지 발생 및 검출을 위해 음향 에너지 중에서 비교적 높은 고주파 대역을 감지하기 위한 센서로서 전기 신호를 초음파로 변환하는 송파기와, 그 역변환을 하는 수파기로 구성된다.

초음파 감지기는 송파기에 의해 발사된 초음파가 물체에서 반사되어 수파부로 되돌아오는 음파의 메아리 현상을 이용한 것이며, 음파의 전달 매질은 공기가 된다. 초음파 감지기는 음파가 되돌아온 시간차를 분석하여 물체의 유무 및 거리를 감지한다.

초음파 감지기는 색깔 및 형태, 재질 등에 관계없이 감지할 수 있어 어군 탐지거나 의료용 진단장치 등으로 이용되고 있으며, 특히 장거리에 있는 물체를 정확하게 감지할 경우에 사용한다.

초음파 감지기의 주요 구성 요소는 초음파 변환부, 검출부, 출력부가 있다. 초음파 변환부는 세라믹 압전 소자를 이용하는 것이 많은데, 압전 소자에 높은 주파수의 교류 전압을 인가하면 이에 상응하는 기계적 진동이 나타나고, 특정 주파수에서는 공진에 의해 그 진동이 더욱 강하게 된다. 일반적으로 송신부와 수신부가 겸용으로 구성된 반사형과 분리된 투과형이 있다.

초음파 감지기는 검출 대상의 범위가 매우 넓어서 검출 물체의 형태, 색깔, 재질 및 고체, 액체, 형태 등에 관계없이 검출할 수 있으며 검출거리가 길다. 또, 먼지, 증기, 연기가 있는 장소 등에서도 검출할 수 있으며, 검출거리를 조절할 수 있다. 다만, 검출체의 표면이 경사진 경우 검출이 어렵고 감지기의 동작이 느린 단점이 있다.

정보 사냥

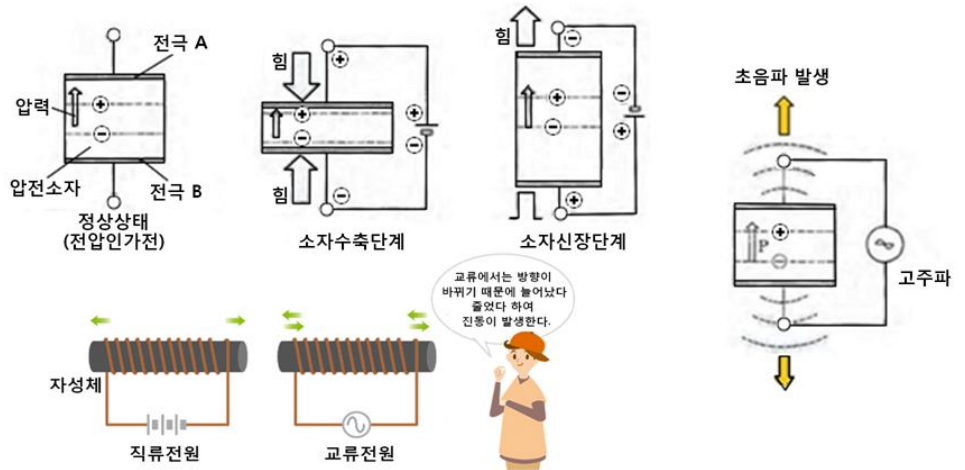
주방용 가스레인지의 점화장치에도 압전소자가 이용되고 있다.
또 일회용 라이터에도 압전소자를 적용한 제품을 볼 수 있다.

1) 압전 소자

PN접합 다이오드에 순방향 바이어스가 걸리면 안쪽 방향으로 힘이 발생하여 소자가 수축된다. 반대로 역방향 바이어스가 걸리면 바깥쪽 방향으로 힘이 발생하여 소자가 신장되는 특성을 가지고 있다.

따라서, PN 접합 다이오드에 고주파 교류전압을 인가하면 수축과 신장이 반복되어 기계적 진동이 초음파로 변환된다.

가정에서 사용하고 있는 초음파 가습기도 이와 같은 진동 현상을 이용한 제품의 하나이며, 초음파를 이용하여 태아의 움직임 컴퓨터 화상으로 보여주는 의료용 초음파 감지기에도 적용되고 있다.



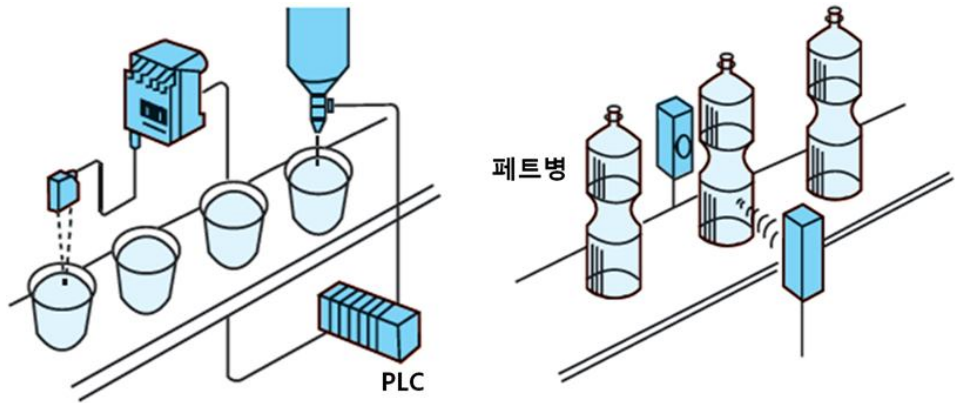
[그림] IV- 20 반도체 압전 소자

보통 액면의 높이를 검출하는데 사용하고 있는 것이 플로트를 사용한 레벨 스위치인데, 초음파 감지기를 사용하여 감지하면 정확한 액면의 높이를 검출할 수 있어 이송 라인에서 용기에 담긴 액체의 양이 부족하거나 많은 제품을 골라낼 수도 있다. 초음파 감지기는 의료용 기기뿐만 아니라 방법시스템 등 다양한 분야에 활용되고 있다.

보증 설명

젤리의 레벨 검출 - 젤리의 색이 달라져도 초음파 감지기를 이용하면 색에 영향을 받지 않고 액면 레벨을 검출할 수 있다.

페트병의 유무 검사 - 초음파 감지기는 물체의 색에 영향을 받지 않고 정확하게 검출할 수 있다.



[그림] IV- 21 젤리와 페트병의 검출

자동차가 후진할 때 뒤쪽 방향에 어떤 물체가 있으면 경보를 발생시켜 운전자의 안전운전을 도와주고, 그 물체와의 거리까지 알려주고 있는 후방감지기도 초음파 감지기를 이용한 것이다.

후방 감지기를 살펴보면 3구와 4구가 있는데, 이것은 여러 개의 감지기를 병렬로 접속하여 설치한 것이다. 따라서 그 중 하나라도 감지가 되면 경보가 발생된다.



[그림] IV- 22 후방 감지기

바. 압력감지기

압력 감지기는 압력을 측정하는 소자로서 공업계측, 자동제어, 의료, 자동차 엔진 제어, 환경 제어, 전기용품 등 그 용도가 다양하고, 가장 폭 넓게 사용되고 있는 감지기 중의 하나이다.

압력 감지기의 측정 원리는 변위, 변형, 진동수 등을 이용하는 것으로 기계식 압력 감지기와 반도체 압력 감지기로 분류된다.

기계식 압력 감지기에는 부르동관, 다이어프램, 벨로스 등이 있다.

1) 벨로스

벨로스는 원통 내부와 외부의 압력차에 의해 주름상자가 신축되고, 그 신축량의 변화가 압력의 차로 나타나는데, 그 차를 측정하여 검출한다.

정보 사냥

벨로스[bellows]
 풀무, 송풍기, 카메라
 확대기 등의 주름 상자
 를 의미하는 말로 주름
 관의 형태를 하고 있다.



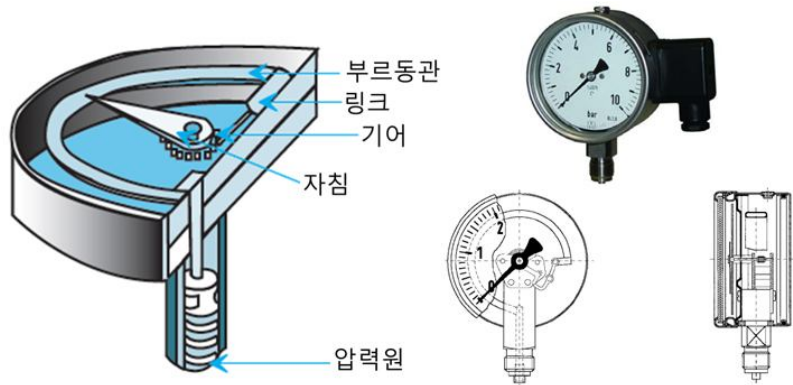
[그림] IV- 23 벨로스

2) 부르동관

부르동관은 감지기 외부로부터 압력이나 비틀림 등이 작용하면 밀폐된 관의 선단이 이동한다. 이 때, 선단의 이동량은 관 내부의 압력 크기에 비례하며, 압력의 크기는 게이지의 지침을 통해 표시한다.

보증 설명

부르동. E. - 프랑스, 탄력성이 있는 금속판으로 만든 중공의 편평한 관을 원호형으로 구부리고 끝을 밀폐시켜 압력 및 온도 측정에 사용할 수 있도록 고안하였다.



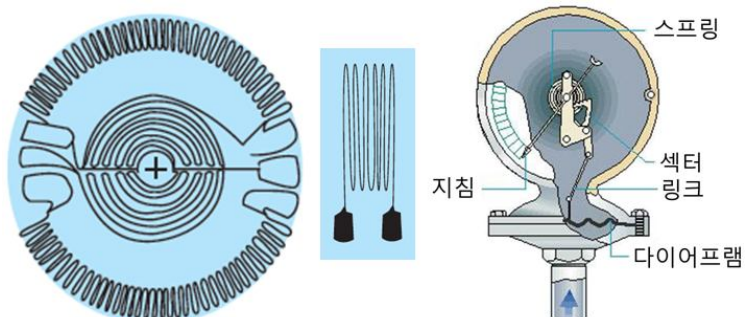
[그림] IV- 24 부르동관

3) 다이어프램

다이어프램은 압력차에 비례하여 원판(격판)의 휨 정도가 달라지는 특성을 이용하여 압력을 측정한다.

정보 사냥

다이어프램 - 횡격막을 의미하며, 마이크의 음을 받아 진동하는 부분도 다이어프램의 일종이다.



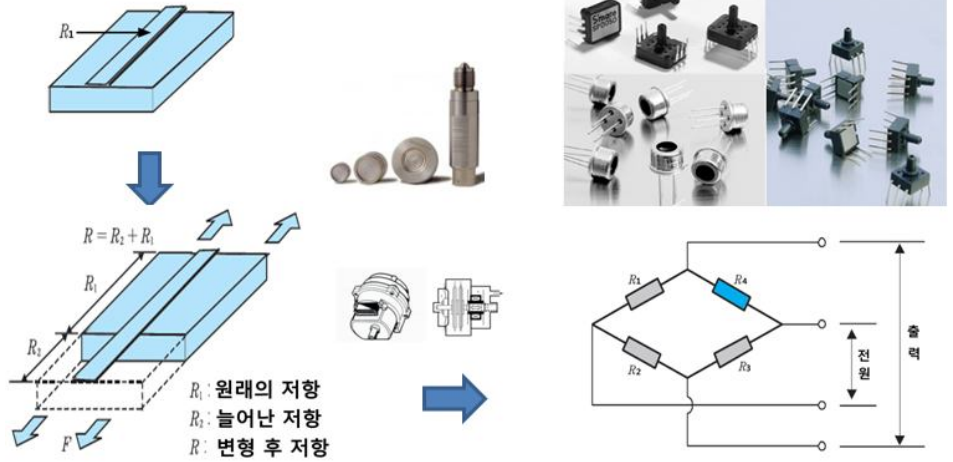
[그림] IV- 25 다이어프램

4) 스트레인게이지

스트레인게이지는 압력이나 변형 등의 기계적인 변화량을 전기 신호로 변환하는 방식의 감지기로, 도선이 탄성적으로 늘어나면 그 길이와 지름이 변하여 도선 전체의 전기 저항이 변화하는 원리를 적용한 것이다.

보증 설명

스트레인 게이지는 금속 또는 반도체의 저항체에 외력이 가해지면 저항값의 변화가 나타나는 것으로 압력, 토크, 응력 측정에 이용한다.



[그림] IV- 26 스트레인 게이지

스트레인게이지는 다이어프램, 벨로스, 부르동관 같은 길이 변환 장치와 결합함으로써 압력을 전기적 신호로 감지할 수 있게 된다. 전기적인 신호 변환은 휘스톤 브리지의 원리를 이용한다.

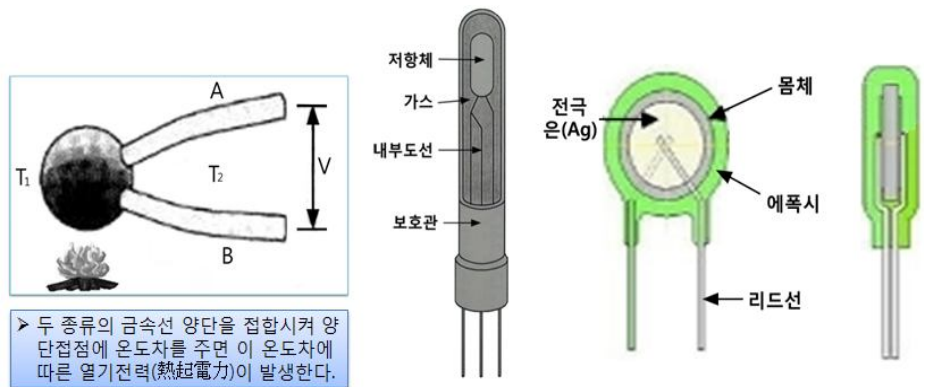
사. 온도 감지기

두 종류의 금속선 양단을 접합, 온도차를 주면 열기전력(熱起電力)이 발생하는 현상을 제벡(Seebeck)효과라고 한다. 또, 두 금속 사이에 또 다른 금속이 끼어 있어도 같은 현상이 나타나며, 제3금속법칙이라고 한다.

제벡효과는 두 금속 접합부에 온도차가 발생하면 열기전력 발생하는 것으로 열전현상의 일종이며, 온도 감지기는 이 제벡효과를 이용한 것으로 측온체의 길이가 늘어나면 저항값이 변하는데, 그 변화량을 이용하여 검출하는 방식이다.

정보 사냥

펄티에 효과 - 제벡효과
의 반대개념으로 1834년 펄티에가 발견하였으며 두 종류의 금속을 접속하여 전류가 흐를 때 두 금속의 접합부에서 열의 발생 또는 흡수가 일어나는 열전현상을 말한다.

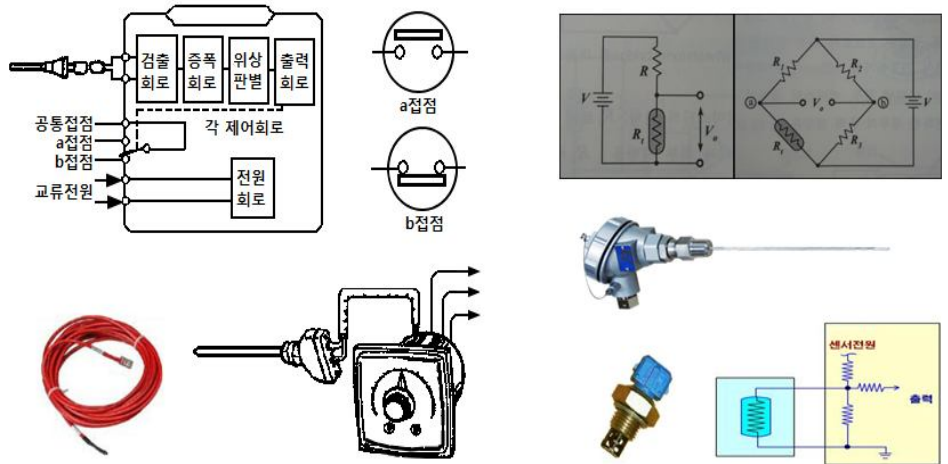


[그림] IV- 27 제벡 효과

온도스위치란 온도가 목표값에 달했을 때 동작하는 검출스위치를 말하며 온도의 변화에 대해서 전기적 특성이 변화하는 소자 즉, 열전대 등의 측온체를 이용하여 그 변화를 검출하고 미리 설정된 온도에 도달하면 동작하는 스위치이다.

쉬어 가기

화재가 나지 않았는데도 화재경보기를 장난 삼아 눌러 올리는 경우가 있습니다. 늑대와 소년의 주인공이 되어서는 안되겠습니다.

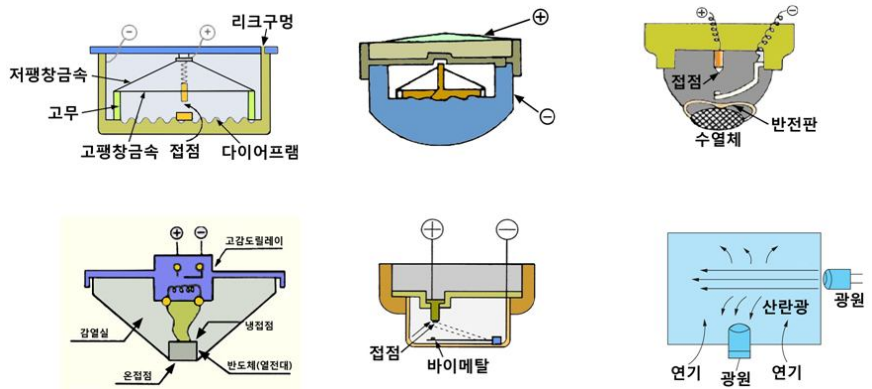


[그림] IV- 28 온도 스위치

아. 화재감지기

화재감지기는 온도차가 발생하면 다이어프램이 신축하여 접점을 개폐하는 방식, 서미스터의 저항값 변화를 이용하는 방법, 온도차가 발생하면 휘어지는 바이메탈을 이용하는 방법, 온도 차이에 의해 발생하는 열기전력을 이용하는 방법 등 다양한 방법들이 이용되고 있다.

연기감지기는 밀폐된 공간에서 연기에 의해 빛이 산란되면 광 감지기의 수광부에서 검출하여 감지하는 방법, 검지부에 연기가 들어가는 데 따라 이온전류가 변화하는 것을 이용하는 방법 등이 이용되고 있다.



[그림] IV- 29 화재감지기 및 연기감지기

탐 구 활 동

1. 일반 목적에 사용되는 광전 감지기의 선정 방법에 대하여 알아보자.
2. 감지기의 신호변환 원리에 대하여 알아보자.

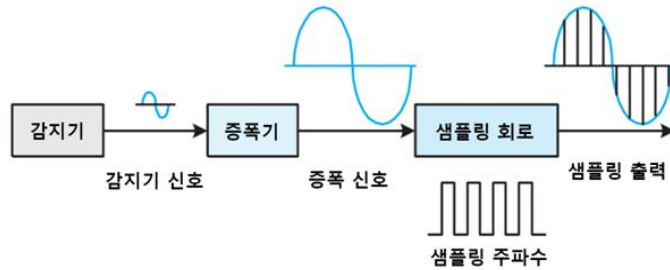
1. 광전 감지기의 선정방법

구 분	사용 장소	감 지 기
불투명체	수광부와 발광부의 취부 가능	투과형
	수광부와 발광부의 취부 불가능	회귀 반사형, 확산 반사형
투명체	낮은 투명의 물체(종이, 플라스틱)	회귀 반사형
	높은 투명도의 물체(유리, 셀로판)	회귀 반사형, 확산 반사형

[표] IV- 3 감지기의 분류

2. 감지기의 신호변환 원리

감지기가 외부 신호를 감지해도 그 신호는 매우 미약하기 때문에 감지된 신호를 그대로 제어에 이용할 수 없다. 따라서, 감지된 신호를 증폭기로 증폭한 후, 샘플링 회로에서 일정한 시간 간격으로 잘라 내어 불연속적인 펄스로 만든다.

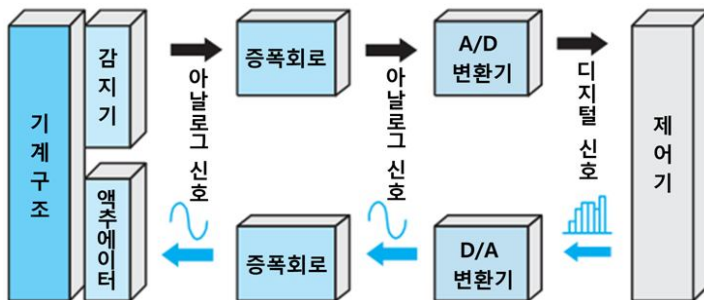


[그림] IV- 30 화재감지기 및 연기감지기

쉬어 가기

샘플링 신호의 간격을 좁게 할수록 원래 신호와 디지털 신호는 근접하게 된다. 그림에서처럼 연속적인 아날로그 신호가 들어오고 우리가 흔히 말하는 샘플링 주파수에 해당하는 펄스를 샘플링 회로에 넣으면, 아날로그 신호와 샘플링 주파수가 합해지게 된다.

A/D 변환기는 아날로그 신호를 디지털로, D/A 변환기는 디지털 신호를 다시 아날로그 신호로 변화하는 장치이다.



[그림] IV- 31 A/D - D/A 신호 변환

단원정리

정보 사냥

자외선 - 가시 광선의 단파장보다 바깥쪽에 나타나는 눈에 보이지 않는 빛
 가시광선 - 눈에 보이는 파장의 빛
 적외선 - 가시 광선보다 파장이 길어 눈에 보이지 않는 빛

1. 감지기(sensor)는 측정 대상물로부터 정보를 감지 또는 측정하여 그 측정량을 전기적인 신호로 변환하는 장치이다.
2. 자동화 설비에 사용하는 감지기는 주로 물체의 존재 여부 및 운동 상태를 감지하는 검출용 감지기를 주로 사용한다. 검출용 감지기는 접촉식과 비접촉식이 있다.
3. 리드 스위치(reed switch)는 외부 자기장을 검출하는 자기형 근접센서로 대체로 큰 자기량의 유무를 검출할 때 사용한다.
4. 근접 감지기는 감지기의 검출면에 접근하는 물체 또는 주위에 존재하는 물체의 유무를 자기에너지, 정전 에너지의 변화 등을 이용해 검출하는 무접점 감지기를 말한다. 유도형과 정전 용량형이 있다.
5. 감지기의 출력 형식은 PNP형과 NPN형이 있다.
6. 여러 개의 감지기를 직렬, 병렬로 연결하여 사용할 때 계전기를 이용하는 방법이 효과적이다.
7. 광전 감지기는 빛을 검출하여 동작하며 발광부와 수광부로 되어 있다.
8. 광파이버 케이블은 플라스틱이나 유리섬유로, 설치 공간을 확보하기 어려운 곳에 사용한다.
9. 초음파 감지기는 반사체, 색깔, 형태 등에 관계없이 검출하며, 특히 장거리에 있는 물체를 정확하게 감지하고자 할 경우에 많이 사용한다.
10. 압력 감지기는 변위, 변형, 진동수 등을 이용하여 검출하는 방식으로 기계식과 전기식이 있다.
11. 온도 감지기는 두 종류의 금속선 양단을 접합, 온도차를 주면 열기전력이 발생하는 제벡효과 등을 이용하여 검출하는 방식이다.

참 고 문 헌

1. SolidWorks 2010, 기전연구사, 이국환 외
 2. ITQ 한글, 아카데미소프트, 김현주 외
 3. ITQ 파워포인트, 아카데미소프트, 김현주 외
 4. 도면보는법, 성안당, 이재원
 5. 기초제도, 교육과학기술부, 한국직업능력개발원
 6. 기계제도, 교육과학기술부, 한국직업능력개발원
 7. 자동화설비, 교육과학기술부, 충남대학교 국정도서편찬위원회
 8. 전자기계제어, 교육과학기술부, 홍익대학교 국정도서편찬위원회
 9. 전자기계이론, 교육인적자원부, 김호동, 김형기, 박영철, 이정로
 10. 전기회로, 교육과학기술부, 한국직업능력개발원
 11. 전자회로, 교육과학기술부, 한국직업능력개발원
- ▶ 이 교재는 2011학년도 전문계고 특성화 사업의 일환으로 경기기계공업고등학교 메카트로닉스와 학생들의 생산자동화 기능사 자격증 대비 및 프로젝트 실습 관련지식 습득을 위해 만들어진 교재입니다. 따라서 경기기계공업고등학교 이외의 장소에서 사용하는 것은 금합니다.