

전기이론

- 전기에너지 : 전기의 발생은 전자의 이동으로 발생
⇒ 자유전자(free electron)의 이동
- 대전 : 어떤 물체가 전기를 띠는 현상
 - ▶ 마찰대전 : 두 물체 사이의 마찰로 발생
 - ▶ 박리대전 : 서로 밀착된 물체가 떨어질 때 발생
 - ▶ 유동대전 : 액체류가 파이프 등 내부에서 유동할 때 발생
 - ▶ 기타대전 : 분출대전, 충돌대전, 진동(교반)대전, 유도대전 등
 - (-)대전상태 : 물질 중의 자유전자가 과잉된 상태
- 전기량의 기호 : Q, 단위 : 쿠лон(coulomb, 기호[C])
- 1eV(전자볼트) : 1.602×10^{-19} [J]
- 전자의 질량 : 9.10956×10^{-31} [kg]
- 전자의 흐름 : 음(-)극에서 양(+)극으로, 전류의 흐름은 반대
- 전류, 전기량, 시간의 관계 $I = \frac{Q}{t}$ [A], $Q = I t$ [C]
- 직류 : 시간에 따라 극성이 불변 ex) 건전지, 배터리
- 교류 : 시간에 따라 극성이 변화 ex) 가정용 전원
- 전압, 일, 전기량의 관계 : $V = \frac{W}{Q}$ [V], $W = Q \cdot V$ [J]
- 기전력 : 전위차를 만들어주는 힘
- 기자력 : 자속을 계속 흐르게 하는 힘
- 저항 : $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$ [\Omega], 고유저항의 단위 [\Omega·m]
- 저항에 영향을 주는 변수 : 도체의 고유저항, 길이, 단면적
- 도전율(전도율) : 저항률의 역수, $\sigma = \frac{1}{\rho}$, 기호 σ , 단위 [Ω/m]
- $1[\Omega \cdot m] = 10^2 [\Omega \cdot cm] = 10^6 [\Omega \cdot mm^2 / m]$
- 컨덕턴스(어드미턴스의 실수부) : $G = \frac{1}{R}$ [Ω]
- 어드미턴스(임피던스의 역수) : $Y = \frac{1}{Z}$ [Ω]
- 저항률이 낮은 재료 : 은 > 구리 > 금 > 알루미늄
- 금속도체 : 온도 상승 ⇒ 전기저항이 증가
- 옴의 법칙 : 전압, 전류, 저항의 관계 $I = \frac{V}{R}$ [A]
- 저항의 접속
 - ▶ 직렬 합성저항 : $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ [\Omega]
 - ▶ 병렬 합성저항 : $R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$ [\Omega]

▲ 두 개 합성저항 : $R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ = 두 저항의 곱 / 두 저항의 합

▲ 세 개 합성저항 : $R_p = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ = 세 개 곱 / 두 개씩 합

- 저항에 걸리는 전압은 저항의 크기에 비례한다.
- 키르히호프의 1법칙(전류법칙), 제 2법칙(전압법칙)
- 전지 n개 직렬 접속할 때 전류 : $I = \frac{nE}{nr+R}$ [A]
- 각종 단위 : 투자율[H/m], 유전율[F/m], 자장의세기[AT/m], 전장의세기[V/m], 자기저항[AT/Wb], 전속밀도[C/m²], 자속밀도[Wb/m³]
- 전력(electric power) : $P = \frac{W[J]}{t[sec]}$ [W]
- $P = V \cdot I = \frac{V^2}{R}$ = $I^2 R$ [W] : 전력은 전압의 제곱에 비례
- 최대전력전달 : '내부저항 = 외부저항' 일 때
- 1HP(마력) : 746W
- 전력량 : 어느 일정 시간 동안 전기에너지가 한 일의 양
- $W=Pt$ [J], [W·sec] / 1[W·sec]=1[J]
- $1[kWh]=10^3[WWh]=10^3 \times 3600[W\cdot sec]=3.6 \times 10^6[J]$
- ⇒ 전기의 발열작용 전기기구 : 다리미, 백열전구, 고주파가열기, 전자렌지 등
- 줄의 법칙 : 전류가 흐르면 열이 발생 $H = 0.24I^2Rt$ [cal]
- 중첩의 정리 : 전압원(단락), 전류원(개방)
- 측정 : 전압계(병렬접속), 전류계(직렬접속)
- 분류기 : 전류계의 측정 범위를 넓힘(병렬접속)
- 배율기 : 전압계의 측정 범위를 넓힘(직렬접속)
- 휘트스톤 브리지 : $PR = QX$, $X = \frac{P}{Q}R$
- 묽은황산+구리+아연 ⇒ 구리판 + 수소기체발생
- 구리의 전기분해 : 음극(두꺼워짐), 양극(얇아짐)
- 납축전지의 전해액 : 황산(H_2SO_4), 양극재료 : PbO_2
- 망간건전지 : 양극(탄소막대), 음극(아연원통), 전해액(염화암모늄 용액)
- 패러데이의 법칙 : 전기분해로 석출되는 물질의 양은 전해액을 통과한 총 전기량에 비례한다.
- 석출량 : $W = KQ = KIt$ [g]
- 분극작용 : 원인(수소기체), 해결법(감극제 사용)
- 국부작용 : 원인(전극의 불순물), 해결법(수은도금)
- 축전지의 용량 : Ah(전류 × 시간)
- 1차전지 : 충전이 불가(망간·산화은·수은전지)
- 2차전지 : 재충전이 가능(니켈-카드뮴·납·알카리전지)
- 전지의 용량 : n개 직렬 ⇒ 1개 용량값, n개 병렬 ⇒ n개 용량값
- 허용 전류 : 안전하게 흘릴 수 있는 최대전류
- 보호소자 : 바리스터(이상전압에 대한 회로보호), 서미스터(온도)
- 제벡효과 : 다른 온도 ⇒ 기전력 발생(열전 온도계)
- 펠티어효과 : 전류를 흘리면 ⇒ 열의 발생 또는 흡수(전자냉장고)

- 톰슨효과 : 도체 막대기의 양 끝을 다른 온도로 유지하고 전류를 흘릴 때 발열 또는 흡열이 일어나는 현상
- 정전 유도(electrostatic induction) : 도체에 대전체를 접근시키면 대전체에 가까운 쪽에서는 대전체와 다른 전하가 나타나며 그 반대쪽에는 대전체와 같은 종류의 전하가 나타나는 현상
- 정전 차폐 : 강자성체(니켈, 코발트, 철, 망간)
- 강자성체 : 비투자율 $\mu_s \gg 1$, 자화율 $\chi \gg 0$
- 상자성체 : 비투자율 $\mu_s > 1$, 자화율 $\chi > 0$
- 반(역)자성체 : 비투자율 $\mu_s < 1$, 자화율 $\chi < 0$. 자석에 반발
- 쿨롱의 법칙 : $F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ [N]
- 유전율 : $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_s$ [F/m]
- 진공 중 정전기력 : $F = 9 \times 10^9 \times \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ [N]
- 전기력선 특징
 - 양(+)에서 음(−)으로 이동
 - 두 전기력선은 서로 교차하지 않는다.
 - 전기력선은 등전위면과 직교한다.
 - 전기력선은 도체의 표면에 수직으로 출입, 도체 내부에는 없다.
- 가우스의 정리 : 전기력선의 총 수는 $\frac{Q}{\epsilon}$ 개
- 정전 용량 : $Q = CV$, C : 비례상수
- 평판 도체의 정전 용량 : $C = \frac{Q}{V} = \epsilon \frac{S}{d}$ [F]
- 접두어 : $1\mu F = 10^{-6} F$, $1nF = 10^{-9} F$, $1pF = 10^{-12} F$
- 전속밀도 : $D = \frac{Q}{S}$ [C/m²], $D = \epsilon E = \epsilon_0 \epsilon_s E$ [C/m²]
- 전위 : $V = Er$ [V], $V = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q}{r}$ [V]
- 전해 콘덴서 : 극성이 있어 직류 회로에 사용
- 탄탈 콘덴서 : 극성이 있고, 몰드수지로 봉합, 주파수 높은 회로 사용
- 세라믹 콘덴서 : 티탄산바륨사용, 가성비, 유전율 크고 극성이 없다.
- 바리콘 : 가변용량 콘덴서(용량을 변화시킬 수 있음)
- 콘덴서의 접속
 - 직렬접속 : $C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$ [F]
 - 2개의 직렬접속 : $C = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$ [F]
 - 병렬접속 : $C = C_1 + C_2 + C_3$ [F]
- 정전흡인력 : $W = \frac{1}{2} \epsilon E^2$ [N/m²] (전압의 제곱에 비례)
- 자력선은 N극(정자극)에서 \Rightarrow S극(부자극)으로 간다.
- 자석의 쿨롱의 법칙 : $F = \frac{1}{4\pi\mu} \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2}$ [N]

- 자기장 H, m의 자하, 힘의 관계 : $F = mH$ [N]
- 자속 밀도, 자기장의 세기 : $B = \mu H = \mu_0 \mu_s H$ [Wb/m²]
- 토크 : $T = MH \sin\theta$ [N · m]
- 자기모멘트 : $M = ml$

[자기회로와 전기회로의 비교]

| 자기회로 | 전기회로 |
|--|--|
| 기자력 $F = NI = R\phi$ [AT] | 기전력 $E = IR$ [V] |
| 자속 $\phi = \frac{F}{R}$ [Wb] | 전류 $I = \frac{E}{R}$ [A] |
| 자기저항 $R = \frac{l}{\mu S}$ [AT/Wb] | 전기저항 $R = \rho \frac{l}{S} = \frac{1}{kS}$ [Ω] |
| 투자율 μ [H/m] | 도전율 k [Ω/m] |
| 자속밀도 $B = \frac{\phi}{S}$ [Wb/m ²] | 전류밀도 $J = \frac{I}{S}$ [A/m ²] |

- 양페르의 오른나사의 법칙 : 전류와 자장의 방향
- 비오사바르의 법칙 : $\Delta H = \frac{I \Delta l}{4\pi r^2} \sin\theta$ [AT/m]

[자기장의 세기]

| | |
|----------|--------------------------------|
| 무한장 직선 | $H = \frac{I}{2\pi r}$ [AT/m] |
| 환상 솔레노이드 | $H = \frac{NI}{2\pi r}$ [AT/m] |
| 원형코일 | $H = \frac{NI}{2r}$ [AT/m] |

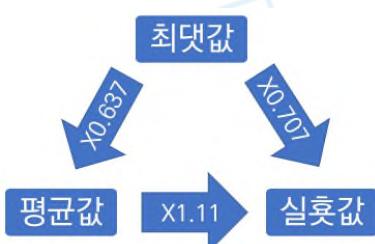
- 전자력 크기 : $F = B I l \sin\theta$ [N]
- 평행 도체 사이에 작용하는 힘 : $F = \frac{2 I_1 I_2}{r} \times 10^{-7}$ [N/m]
 - \Rightarrow 같은 방향 : 흡인력, 다른 방향 : 반발력
- 페리데이의 전자유도 법칙 : $e = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ [V]
- 렌츠의 법칙 : 자속의 증감을 '방해'하는 방향으로 발생
- 유도기전력 : $e = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ [V]
- 자체 인덕턴스 : $L = \frac{N \Phi}{I}$ [H]
- 상호 인덕턴스 : $M = k \sqrt{L_1 L_2}$ [H]
- 결합계수 : $k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$, $k=1$ 일 때 $M = \sqrt{L_1 L_2}$
- 코일의 합성인덕턴스 : $L = L_1 + L_2 \pm 2M$
 - 가동접속($L_1 + L_2 + 2M$), 차동접속($L_1 + L_2 - 2M$)
- 코일에 축적되는 에너지 : $W = \frac{1}{2} L I^2$ [J]
- 콘덴서에 축적되는 에너지 : $W = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2$ [J]
- 각속도 : $\omega = 2\pi f$ [rad/sec]
- 주기(period) : 1사이클의 변화에 필요한 시간
- 주파수(frequency) : 1초 동안에 반복되는 사이클의 수

- 실현값 V 와 최댓값 V_m 의 관계

$$V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707 V_m, V_m = \sqrt{2} \times V = 1.414 \times V$$

- 평균값 V_a 와 최댓값 V_m 의 관계

$$V_a = \frac{2}{\pi} V_m = 0.637 V_m [V]$$



- 복소수

▲ 모양 : 실수부 + 허수부

▲ 절댓값 : $Z = \sqrt{(\text{실수부})^2 + (\text{허수부})^2} = \sqrt{a^2 + b^2}$

- RLC 직렬회로

[RLC 직렬회로]

| | R만의 회로 | L만의 회로 | C만의 회로 |
|------|-----------------------|--|--|
| 위상 | 동상 | 지상회로 (전류가 뒤짐) | 진상회로 (전류가 앞섬) |
| 임피던스 | $Z=R[\Omega]$ | $X_L = \omega L = 2\pi f L$ 유도리액턴스 $[\Omega]$ | $X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ 용량리액턴스 $[\Omega]$ |
| 전류 | $I = \frac{V}{R} [A]$ | $I = \frac{V}{\omega L} [A]$ | $I = \omega CV = \frac{V}{\frac{1}{\omega C}} [A]$ |

- RLC 직렬 합성 임피던스 : $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} [\Omega]$

- 공진 : $X_L = X_C$

[공진현상]

| | 직렬회로 | 병렬회로 |
|----|------------------|------------------|
| 최소 | $Z(\text{임피던스})$ | $I(\text{전류})$ |
| 최대 | $I(\text{전류})$ | $Z(\text{임피던스})$ |

- 공진주파수 : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} [\text{Hz}]$

- 피상전력 : $P_a = VI [\text{VA}], P_a = \sqrt{P^2 + P_r^2} [\text{VA}]$

- 유효전력 : $P = VI\cos\theta [\text{W}]$

- 무효전력 : $P_r = VI\sin\theta [\text{Var}]$

- 역률 : $P = \frac{\text{유효전력}}{\text{피상전력}} = \frac{VI\cos\theta}{VI} = \cos\theta$

- 전력용 콘덴서 : 부하와 병렬로 결선하여 역률을 개선

- 역률개선용 콘덴서용량 : $Q = P \left(\frac{\sin\theta_1}{\cos\theta_1} - \frac{\sin\theta_2}{\cos\theta_2} \right)$

- RLC직렬회로의 역률 : $\cos\theta = \frac{R}{Z}$

- Y결선 : 선전류 = 상전류, 선간전압(30° 앞섬) = $\sqrt{3}$ 상전압

- △결선 : 선전류(30° 뒤짐) = $\sqrt{3}$ 상전류, 선간전압 = 상전압

- Y-△ 등가 임피던스 변환 : $\hat{Z}_\Delta = 3 \hat{Z}_Y [\Omega]$

- 소비전력

- ▲ 단상 : $P = VI\cos\theta [\text{W}]$

- ▲ 3상 : $P = \sqrt{3} VI\cos\theta [\text{W}]$

- ▲ 3상에서 각상의 합성소비전력 : $P = P_a + P_b + P_c$

- ▲ 2전력계법 소비전력 : $P = P_1 + P_2$

- 비사인파 = 직류분 + 기본파 + 고조파 (푸리에 분석)

- 비사인파의 실현값 : $\sqrt{V_0^2 + V_1^2 + V_2^2 + \dots + V_n^2}$

- 비사인파 발생원인 : 자기포화, 히스테리시스, 전기자반작용

- 각 고조파의 실현값의 제곱의 합의 제곱근

- 왜형율 (ϵ) = $\frac{\text{전고조파의 실현값}}{\text{기본파의 실현값}}$

- 파형률 = $\frac{\text{실현값}}{\text{평균값}}, \text{파고율} = \frac{\text{최댓값}}{\text{실현값}}$,

- 구형파 : 무수히 많은 주파수의 합성, 파형률과 파고율 = 1

- 정상상태 : 전류가 일정한 값에 도달한 상태

- 과도상태 : 정상상태에 도달하기 전의 상태

- RC 직렬 회로의 과도현상 : 시정 수 $T = RC [\text{sec}]$

- RL 직렬 회로의 과도현상 : 시정 수 $T = \frac{L}{R} [\text{sec}]$