

전 기 이 론

[강평 및 해설 : 서정현 교수]

01. 전압이 E[V], 내부저항이 r[Ω]인 전지의 단자 전압을 내부저항 25[Ω]의 전압계로 측정하니 50[V]이고, 75[Ω]의 전압계로 측정하니 75[V]이다. 전지의 전압 E[V]와 내부저항 r[Ω]은?

	E[V]	r[Ω]
①	100	25
②	100	50
③	200	25
④	200	50

정답: ①

$E = I(r + R)$ 를 이용

첫 번째 전압계로 측정시 $I = \frac{V}{R} = \frac{50}{25} = 2[\text{A}]$, ①

$E = 2(r + 25) = 2r + 50$

두 번째 전압계로 측정시 $I = \frac{V}{R} = \frac{75}{75} = 1[\text{A}]$, ②

$E = 1(r + 75) = r + 75$

①-②을 하면 내부저항 $r = 25[\Omega]$ 이고 이값을 위 식에 대입하면 전지 기전력 $E = 100[\text{V}]$

02. 등전위면(equipotential surface)의 특징에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 등전위면과 전기력선은 수평으로 접한다.
 ㄴ. 전위의 기울기가 없는 부분으로 평면을 이룬다.
 ㄷ. 다른 전위의 등전위면은 서로 교차하지 않는다.
 ㄹ. 전하의 밀도가 높은 등전위면은 전기장의 세기가 약하다.

- ① ㄱ, ㄷ ② ㄴ, ㄷ
 ③ ㄱ, ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답: ②

등전위면은 전기장이 형성될 때 같은 전위의 점들을 이으면 하나의 면이 나오는 면.

<등전위면 특징>

- 서로 다른 등전위면과 교차하지 않는다.
- 등전위면과 전기력선은 수직으로 교차한다.
- 전위의 기울기가 0, 즉, 전위의 기울기가 없는 부분으로 평면을 이룬다.
- 전하는 등전위면에 수직으로 이동한다.
- 전하의 밀도가 높은 등전위면은 전기장의 세기가 크다.

03. 코일에 직류 전압 200[V]를 인가했더니 평균전력 1,000[W]가 소비되었고, 교류 전압 300[V]를 인가했더니 평균전력 1,440[W]가 소비되었다. 코일의 저항[Ω]과 리액턴스[Ω]는?

	저항[Ω]	리액턴스[Ω]
①	30	30
②	30	40
③	40	30
④	40	40

정답: ③

직류는 저항만의 회로가 되므로 $P = \frac{V^2}{R}[\text{W}]$ 에서 저항

$$R = \frac{200^2}{1000} = \frac{40000}{1000} = 40[\Omega]$$

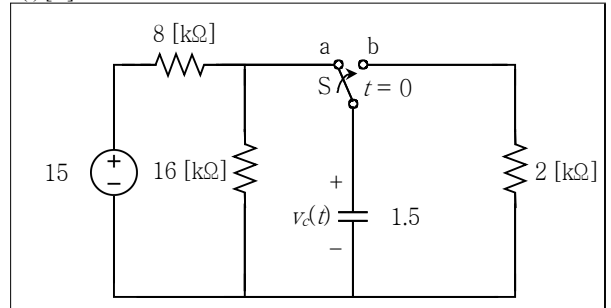
교류는 임피던스의 회로가 되므로 $P = I^2 R = \left(\frac{V}{\sqrt{R^2 + X^2}}\right)^2 R$ [W]

$$1440 = \left(\frac{300}{\sqrt{40^2 + X^2}}\right)^2 \times 40,$$

$$36 = \frac{300^2}{40^2 + X^2}, \quad 40^2 + X^2 = 2500, \quad X^2 = 2500 - 1600 = 900$$

$$X = 30[\Omega]$$

04. 다음 회로에서 스위치 S가 단자 a에서 충분히 오랫동안 머물러 있다가 t = 0에서 단자 a에서 단자 b로 이동하였다. t > 0일 때의 전압 vc(t) [V]는?



- ① $5e^{-\frac{t}{3 \times 10^{-2}}}$
 ② $5e^{-\frac{t}{3 \times 10^{-3}}}$
 ③ $10e^{-\frac{t}{3 \times 10^{-2}}}$
 ④ $10e^{-\frac{t}{3 \times 10^{-3}}}$

정답: ④

a에서 충분히 오랫동안 머물렀을 때 콘덴서의 충전 전압은 16[kΩ]에 걸린 전압과

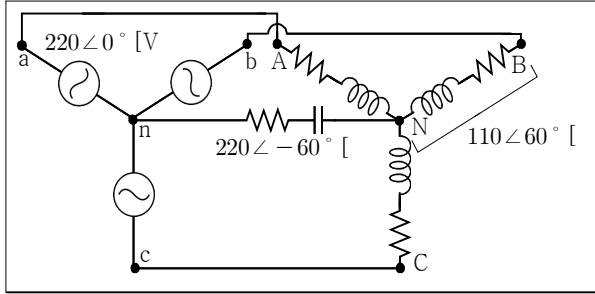
$$\text{같으므로 } V_c = \frac{16}{8+16} \times 15 = \frac{16}{24} \times 15 = 10[\text{V}]$$

단자 b로 이동하고 t > 0일 때 C의 양단의 전압은 RC직렬 회로의 과도 현상이므로

과도분은 $Ee^{-\frac{1}{RC}t}$ 이므로

$$V_c(t) = 10e^{-\frac{1}{2000 \times 1.5 \times 10^{-6}}t} = 10e^{-\frac{t}{3 \times 10^{-3}}}[\text{V}]$$

10. 다음 Y-Y 결선 평형 3상 회로에서 부하 한 상에 공급되는 평균전력 [W]은? (단, 극좌표의 크기는 실숫값이다)



- ① 110
② 220
③ 330
④ 440

정답: ②

Y-Y결선에서 평형 3상회로이므로 중성선에 흐르는 전류는 0이 된다.

그러므로 부하 한 상에 공급되는 평균전력 $P = I^2 R [W]$ 이다.

전류 $I = \frac{V}{Z} = \frac{220 \angle 0^\circ}{110 \angle 60^\circ} = 2 \angle -60^\circ [A]$, 전류의 실효크기는 2[A]이다.

역률식을 이용하여 저항 R를 구한다.

$$\cos \theta = \frac{R}{Z}, R = Z \cos \theta = 110 \times \cos 60^\circ = 110 \times \frac{1}{2} = 55$$

[Ω]

$$\text{전력 } P = I^2 R = 2^2 \times 55 = 220 [W]$$

11. R-L-C 직렬회로에 100 [V]의 교류 전원을 인가할 경우, 이 회로에 가장 큰 전류가 흐를 때의 교류 전원 주파수 f [Hz]와 전류 I [A]는? (단, R = 50 [Ω], L = 100 [mH], C = 1,000 [μF]이다)

- | | f [Hz] | I [A] |
|---|-------------------|-------|
| ① | $\frac{50}{\pi}$ | 2 |
| ② | $\frac{50}{\pi}$ | 4 |
| ③ | $\frac{100}{\pi}$ | 2 |
| ④ | $\frac{100}{\pi}$ | 4 |

정답: ①

RLC직렬회로에 전류가 최대를 흐를 때는 공진을 의미한다. 공진 주파수

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{100 \times 10^{-3} \times 1000 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{2\pi \times 10^{-2}} = \frac{100}{2\pi} = \frac{50}{\pi}$$

[Hz]

$$\text{공진시 허수부는 0이므로 전류 } I = \frac{V}{R} = \frac{100}{50} = 2 [A]$$

12. 1대의 용량이 100 [kVA]인 단상 변압기 3대를 평형 3상 △결선으로 운전 중 변압기 1대에 장애가 발생하여 2대의 변압기를 V결선으로 이용할 때, 전체 출력용량 [kVA]은?

- ① $\frac{100}{\sqrt{3}}$
② $\frac{173}{\sqrt{3}}$
③ $\frac{220}{\sqrt{3}}$
④ $\frac{300}{\sqrt{3}}$

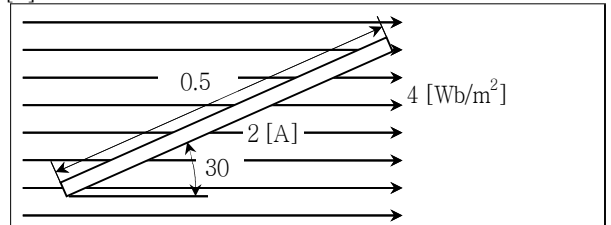
정답: ④

V결선시 출력용량 $P_V = \sqrt{3} P_1 = \sqrt{3} \times 100 = 100\sqrt{3}$ [kVA]

보기의 답을 만족하기 위하여 환산하면

$$100\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = \frac{300}{\sqrt{3}}$$

13. 자속밀도 4 [Wb/m²]의 평등자장 안에서 자속과 30° 기울어진 길이 0.5 [m]의 도체에 전류 2 [A]를 흘릴 때, 도체에 작용하는 힘 F [N]은?



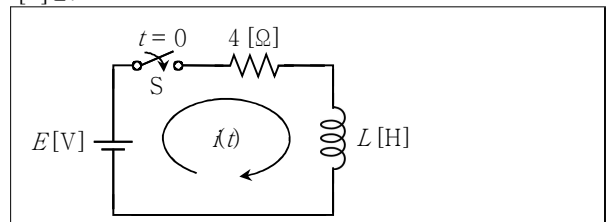
- ① 1
② 2
③ 3
④ 4

정답: ②

자계 안에 전류가 흐르는 도선에 작용하는 힘은 플레밍의 왼손 법칙이므로

$$F = IBl \sin \theta = 2 \times 4 \times 0.5 \times \sin 30^\circ = 4 \times \frac{1}{2} = 2 [N]$$

14. 다음 R-L 직렬회로에서 t = 0에서 스위치 S를 닫았다. t = 3에서 전류의 크기가 i(3) = 4(1 - e⁻¹) [A]일 때, 전압 E [V]와 인덕턴스 L [H]은?



- | | E [V] | L [H] |
|---|-------|-------|
| ① | 8 | 6 |
| ② | 8 | 12 |
| ③ | 16 | 6 |
| ④ | 16 | 12 |

정답: ④

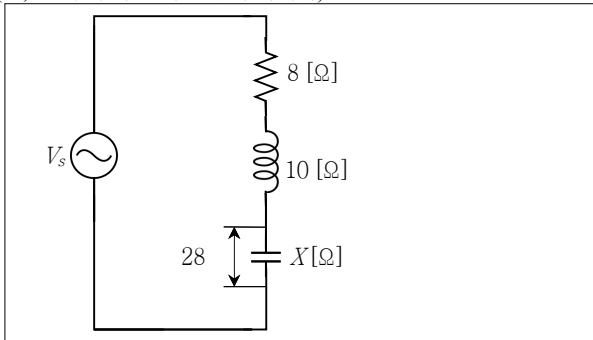
RL직렬회로의 순간 전류식 $i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t})$ [A]이므로 문제의

전류 $i(3) = 4(1 - e^{-1})$ [A]일 때 $\frac{E}{R} = 4$, $e^{-\frac{R}{L}t} = e^{-1}$ 과 대응되므로

전압은 $\frac{E}{R} = 4$, $E = 4R = 4 \times 4 = 16$ [V],

$t=3$ 일 때 인덕턴스는 $-\frac{R}{L}t = -1$, $L = Rt = 4 \times 3 = 12$ [H]

15. 다음 회로의 역률이 0.8일 때, 전압 V_s [V]와 임피던스 X [Ω]는?
(단, 전체 부하는 유도성 부하이다)



	V_s [V]	X [Ω]
①	70	2
②	70	4
③	80	2
④	80	4

정답: ②

역률이 0.8일 때 $\cos \theta = \frac{R}{|Z|}$ 이므로 $|Z| = \frac{R}{\cos \theta} = \frac{8}{0.8} = 10$ [Ω]

그러므로 $|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$, $10 = \sqrt{8^2 + (10 - X_C)^2}$, $100 = 64 + (10 - X_C)^2$, $36 = (10 - X_C)^2$, $6 = 10 - X_C$, $X_C = 4$ [Ω]

X_C 에 흐르는 전류 $I = \frac{V}{X_C} = \frac{28}{4} = 7$ [A] 직렬 회로는 전류 일정이므로

$V_R = IR = 7 \times 8 = 56$ [V], $V_L = IX_L = 7 \times 10 = 70$ [V], $V_C = 28$ [V]
그러므로 전체 전압 $V_s = V_R + j(V_L - V_C) = 56 + j(70 - 28) = 56 + j42 = 7(8 + j6)$ [V]
 $|V_s| = 7\sqrt{8^2 + 6^2} = 70$ [V]

16. R-L 직렬회로에 직류 전압 100 [V]를 인가하면 정상상태 전류는 10 [A]이고, R-C 직렬회로에 직류 전압 100 [V]를 인가하면 초기 전류는 10 [A]이다. 이 두 회로의 설명으로 옳지 않은 것은? (단, C = 100 [μF], L = 1 [mH]이고, 각 회로에 직류 전압을 인가하기 전 초깃값은 0이다)

- ① R-L 직렬회로의 시정수는 L이 10배 증가하면 10배 증가한다.
- ② R-L 직렬회로의 시정수가 R-C 직렬회로의 시정수보다 10배 크다.
- ③ R-C 직렬회로의 시정수는 C가 10배 증가하면 10배 증가한다.
- ④ R-L 직렬회로의 시정수는 0.1 [msec]다.

정답: ②

RL직렬회로의 직류 전원이므로 저항 $R = \frac{100}{10} = 10$ [Ω],

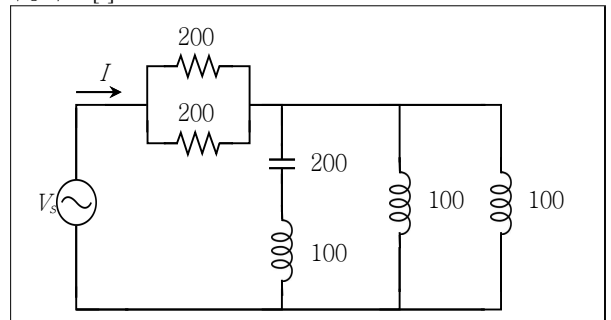
RC직렬회로의 직류 전원이므로 저항 $R = \frac{100}{10} = 10$ [Ω]이다.

또한, RL직렬회로의 시정수 $T = \frac{L}{R}$ [sec]이므로 L에 비례하며

$T = \frac{1 \times 10^{-3}}{10} = 0.1$ [msec].

RC직렬회로의 시정수 $T = RC$ [sec]이므로 C에 비례하며 $T = 10 \times 100 \times 10^{-6} = 1$ [msec].

17. 다음 회로에서 전원 V_s [V]가 R-L-C로 구성된 부하에 인가되었을 때, 전체 부하의 합성 임피던스 Z [Ω] 및 전압 V_s 와 전류 I 의 위상차 θ [°]는?



	Z [Ω]	θ [°]
①	100	45
②	100	60
③	$100\sqrt{2}$	45
④	$100\sqrt{2}$	60

정답: ③

합성임피던스를 구하기 위해 우측 두 코일을 합성하면 $\frac{j100}{2} = j50$ 이며 중간의 $-j200$ 과 $j100$ 직렬을 합성하면 $-j100$ 이므로 $j50$ 과 $-j100$ 은 병렬이 되고

200 [Ω]의 저항 두 개의 병렬 합성하면 $\frac{200}{2} = 100$ [Ω]이 된다.

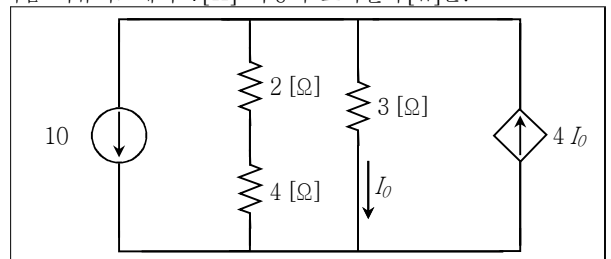
그러므로 100 [Ω] 직렬과 $j50$ 과 $-j100$ 은 병렬이므로 전체 합성 임피던스는

$Z = 100 + \frac{-j100 \times j50}{-j100 + j50} = 100 + \frac{-j100 \times j50}{-j50} = 100 + j100$ [Ω]

$|Z| = \sqrt{100^2 + 100^2} = 100\sqrt{2}$ [Ω]

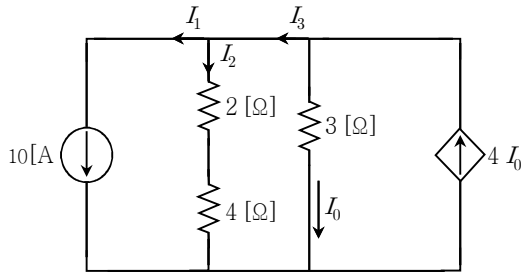
위상차 $\theta = \tan^{-1} \frac{100}{100} = \tan^{-1} 1 = 45^\circ$

18. 다음 직렬회로에서 4 [Ω] 저항의 소비전력 [W]은?



- ① 4
- ② 8
- ③ 12
- ④ 16

정답: ④



키르히 호프의 전류법칙에서 $I_3 = I_1 + I_2$ 이다.
 $3[\Omega]$ 에 흐르는 전류가 I_0 이므로 $4I_0$ 의 분배 전류 $I_3 = 3I_0$ 가 된다.

또한 $I_0 = \frac{V}{3}$ 이므로 $I_3 = 3I_0 = 3 \times \frac{V}{3} = V$, $I_2 = \frac{V}{2+4} = \frac{V}{6}$ 이므로

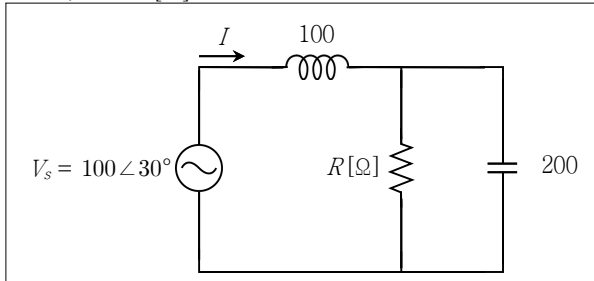
$$I_3 = I_1 + I_2, \quad V = 10 + \frac{V}{6},$$

$$6V = 60 + V, \quad 5V = 60, \quad V = 12[V]$$

$$\text{그러므로 } I_2 = \frac{V}{6} = \frac{12}{6} = 2[A]$$

$$4[\Omega] \text{의 전력은 } P = I_2^2 R = 2^2 \times 4 = 16[W]$$

19. 다음 직병렬 회로에서 전류 I[A]의 위상이 전압 V_s [V]의 위상과 같을 때, 저항 R[Ω]은?



- ① 100
- ② 200
- ③ 300
- ④ 400

정답: ②

RLC 직병렬회로에서 전류의 위상과 전압의 위상이 같을 때는 허수부가 0이 되는 공진을 뜻하므로 먼저 전체 합성 임피던스를 구한다.

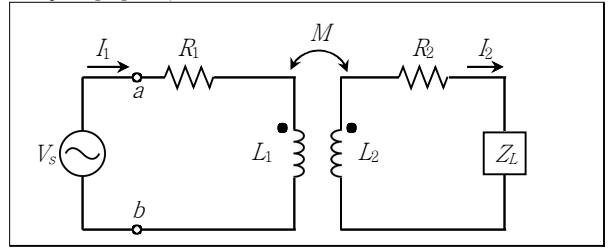
$$Z = j100 + \frac{-j200 \times R}{R + (-j200)} \times \frac{(R + j200)}{(R + j200)} = j100 + \frac{-j200R^2 + 200^2R}{R^2 + 200^2}$$

$$= \frac{200^2R}{R^2 + 200^2} + j(100 - \frac{200R^2}{R^2 + 200^2})[\Omega] \text{ 여기서 공진이므로 허수}$$

$$\text{부 } 100 - \frac{200R^2}{R^2 + 200^2} = 0,$$

$$100 = \frac{200R^2}{R^2 + 200^2}, \quad R^2 + 200^2 = 2R^2, \quad R^2 = 200^2, \quad R = 200[\Omega]$$

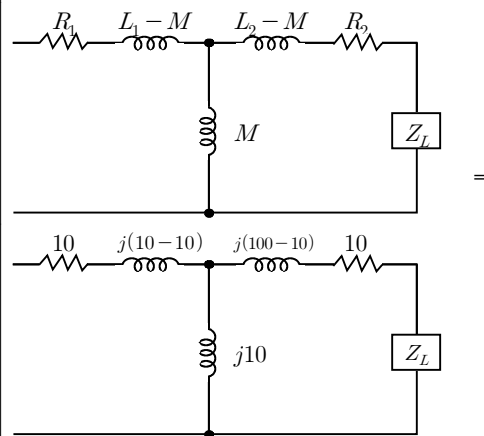
20. 그림과 같이 저항 $R_1 = R_2 = 10[\Omega]$, 자기 인덕턴스 $L_1 = 10[H]$, $L_2 = 100[H]$, 상호 인덕턴스 $M = 10[H]$ 로 구성된 회로의 임피던스 $Z_{ab}[\Omega]$ 는? (단, 전원 V_s 의 각속도는 $\omega = 1[\text{rad/s}]$ 이고 $Z_L = 10 - j100[\Omega]$ 이다)



- ① $10 - j15$
- ② $10 + j15$
- ③ $15 - j10$
- ④ $15 + j10$

정답: ④

주어진 그림을 등가 변환하여 Z_{ab} 를 구한다. 이때 $\omega = 1$ 이므로 $j\omega L = jL$ 이다.



$$Z_L = 10 - j100$$

$$Z_{ab} = 10 + \frac{j10 \times (j90 + 10 + 10 - j100)}{j10 + (j90 + 10 + 10 - j100)} = 10 + \frac{j10 \times (20 - j10)}{20} = 10 + j10 + 5 = 15 + j10[\Omega]$$