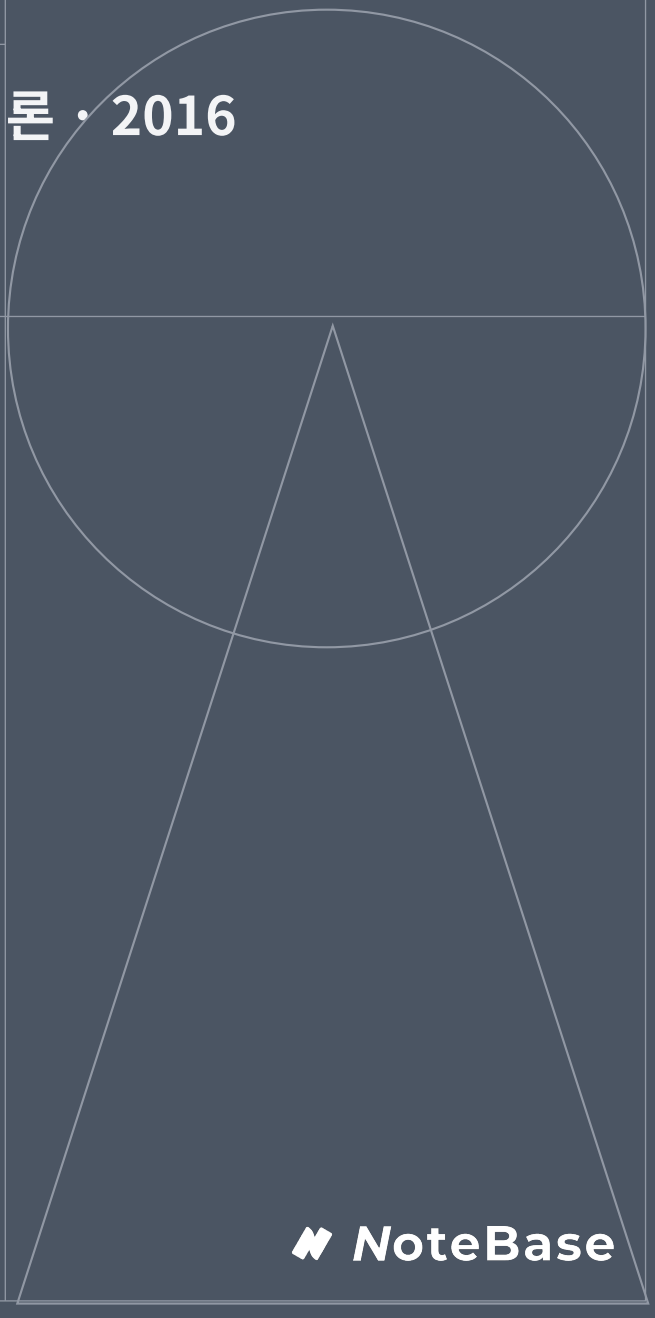
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기이론 · 2016



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기이론 · 2016

공무원/지방직/9급 · 전기이론 · 2016

문 1. 전압원의 기전력은 20[V]이고 내부저항은 2[Ω]이다. 이 전압원에 부하가 연결될 때 얻을 수 있는 최대 부하전력[W]은?

① 200

② 100

③ 75

④ 50

정답 4번

간단한 해설

부하에 전달되는 전력은 **부하저항과 내부저항이 같을 때** 최대가 된다. 이때 부하저항은 2 Ω이고 회로 전류는 5 A이므로, 최대 부하전력은 50 W이다.

계산 과정

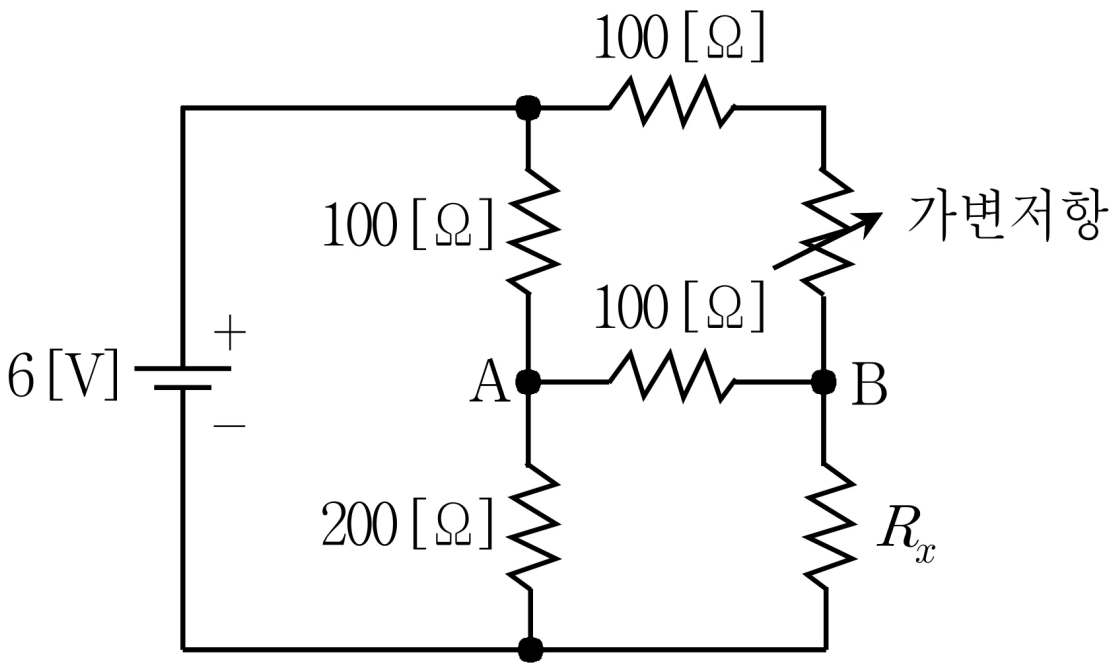
기전력을 $E = 20\text{V}$, 내부저항을 $r = 2\Omega$, 부하저항을 R_L이라 둔다. 내부저항과 부하저항은 직렬이므로 회로 전류는 $I = \frac{E}{r + R_L}$이다. 구하는 것은 **부하저항에서 소비되는 전력**이므로 $P_L = I^2 R_L$을 사용한다.

부하전력은 $P_L = \frac{E^2 R_L}{(r + R_L)^2}$이다. 부하저항이 너무 작으면 부하에 걸리는 전압이 작고, 너무 크면 회로 전류가 작아진다. 최대전력 전달 정리에 따라 **부하저항이 내부저항과 같은** $R_L = r$일 때 부하전력이 최대가 되므로, 부하저항을 2 Ω으로 둔다.

이때 회로 전류는 $I = \frac{20}{2 + 2} = 5\text{A}$이다. 따라서 최대 부하전력은 $P_{L,\max} = 5^2 \cdot 2 = 50\text{W}$이며, ④의 50 W에 해당한다.

NoteBase

문 2. 다음 회로에서 조정된 가변저항값이 100[Ω]일 때 A와 B 사이의 저항 100[Ω] 양단 전압을 측정하니 0[V]일 경우, R□[Ω]은?



① 400

② 300

③ 200

④ 100

정답 1번

간단한 해설

A와 B의 전압차가 0 V이므로 두 점은 **같은 전위**이고, 양쪽 가지의 위·아래 저항비가 같아야 한다. 오른쪽 위쪽 저항은 200 Ω이므로 $\frac{100}{200} = \frac{200}{R_x}$에서 미지저항은 400 Ω이다.

NoteBase

계산 과정

A와 B 사이의 100 Ω 양단 전압이 0 V이므로 이 저항에는 전류가 흐르지 않는다. 따라서 **A와 B의 전위가 같고**, 가운데 저항으로 전류가 갈라지지 않으므로 왼쪽과 오른쪽 가지를 각각 직렬회로로 계산할 수 있다.

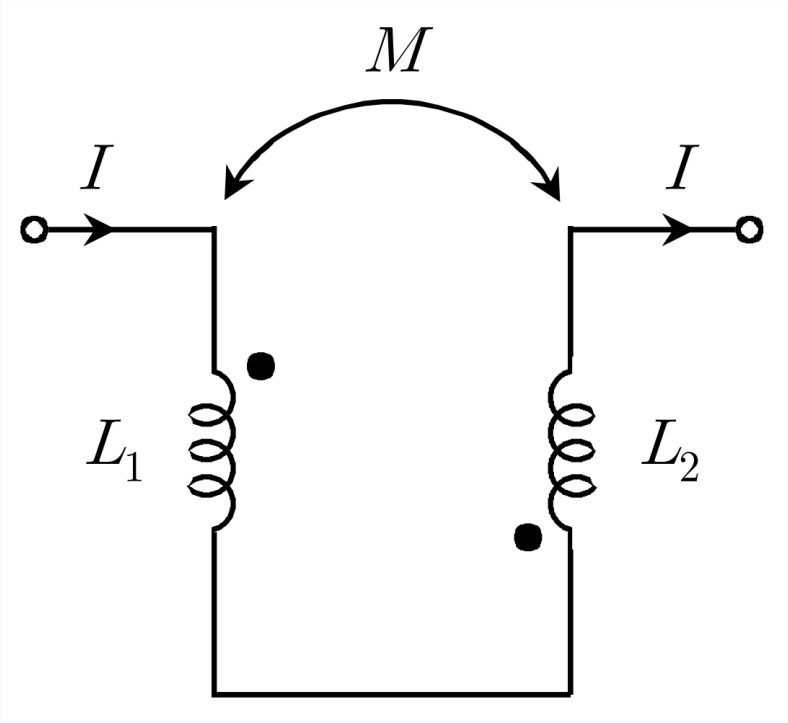
오른쪽 위쪽에는 고정저항 100 Ω과 조정된 가변저항 100 Ω이 직렬로 연결되어 있다. 따라서 위쪽의 합성저항은 100 + 100 = 200 Ω이다.

전원의 아래쪽 단자를 0 V로 잡으면 왼쪽 가지의 100 Ω과 200 Ω에는 전체 6 V가 저항에 비례하여 나뉜다. A의 전위는 아래쪽 200 Ω에 걸리는 전압이므로 $V_A = 6 \cdot \frac{200}{100+200} = 4\text{V}$이다. B도 4 V이므로 오른쪽 아래 미지저항에는 4 V, 위쪽 200 Ω에는 6 − 4 = 2 V가 걸린다.

오른쪽 위쪽 200 Ω과 아래쪽 미지저항에는 **같은 전류**가 흐르므로 저항비는 전압비와 같다. 따라서 $\frac{R_X}{200} = \frac{4}{2} = 2$이고, $R_X = 200 \cdot 2 = 400\Omega$이다. 이는 ①의 400 Ω에 해당한다.

NoteBase

문 3. 다음 회로와 같이 직렬로 접속된 두 개의 코일이 있을 때, $L_1 = 20[\mathrm{mH}]$, $L_2 = 80[\mathrm{mH}]$, 결합계수 $k = 0.8$이다. 이 때 상호 인덕턴스 M의 극성과 크기[mH]는?



① 극성: 가극성, 크기: 32

② 극성: 가극성, 크기: 40

③ 극성: 감극성, 크기: 32

④ 극성: 감극성, 크기: 40

정답 1번

간단한 해설

두 코일 모두 전류가 **점이 표시된 단자로 들어가므로 가극성**이다. 상호 인덕턴스는 $M = k\sqrt{L_1 L_2}$이므로 크기는 **32 mH**이다.

NoteBase

계산 과정

극성 판별: 그림에서 전류는 왼쪽 코일을 위에서 아래로, 오른쪽 코일을 아래에서 위로 흐른다. 점은 왼쪽 코일의 위쪽과 오른쪽 코일의 아래쪽에 있으므로 **두 코일 모두 점이 표시된 단자로 전류가 들어간다**. 이때 상호 유도에 의한 전압이 각 코일의 자기 유도 전압에 더해지는 가극성 접속이다. 한 코일에서는 점 단자로 들어가고 다른 코일에서는 점 단자로 나가면 감극성 접속이다.

크기 계산: L_1, L_2는 각 코일의 자기 인덕턴스이고, 결합계수 k는 두 코일 사이의 자기적 결합 정도를 나타낸다. 상호 인덕턴스의 크기는 $M = k\sqrt{L_1 L_2}$로 구한다. 두 자기 인덕턴스의 단위가 모두 mH이므로 그대로 대입하면 $\sqrt{L_1 L_2} = \sqrt{20 \cdot 80} = 40\text{mH}$이다. 이는 완전 결합일 때의 상호 인덕턴스 크기이며, 주어진 **결합계수 0.8을 반영**하면 $M = 0.8 \cdot 40 = 32\text{mH}$이다.

따라서 극성은 가극성이고 상호 인덕턴스의 크기는 32 mH로, ①의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 4. 단상 교류전압 $v = 300\sqrt{2}\cos\omega t$ [V]를 전파 정류하였을 때, 정류회로 출력 평균전압[V]은? (단, 이상적인 정류 소자를 사용하여 정류회로 내부의 전압강하는 없다)

① 150

② $\frac{300}{2\pi}$

③ $\frac{300}{\pi}$

④ $\frac{600\sqrt{2}}{\pi}$

정답 4번

간단한 해설

전파 정류는 **음의 반주기도 양으로 뒤집으므로**, 정현파 출력의 평균값은 최댓값의 $\frac{2}{\pi}$배이다. 입력 최댓값이 $300\sqrt{2}$ V이므로 출력 평균전압은 $\frac{600\sqrt{2}}{\pi}$ V이다.

계산 과정

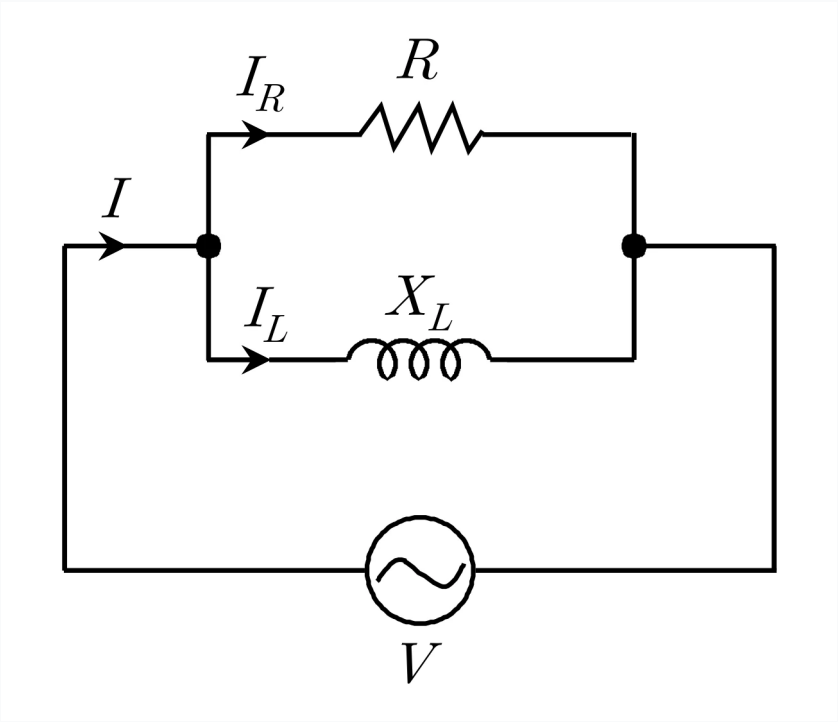
최댓값 확인: 입력전압 $v = 300\sqrt{2}\cos\omega t$에서 코사인 함수 앞의 계수가 최댓값이므로 $V_m = 300\sqrt{2}$ V이다. 평균값 공식에 넣는 값은 **실효값이 아니라 최댓값**이다.

전파 정류와 평균값: 이상적인 정류 소자에는 전압강하가 없으므로 출력은 $v_o = V_m|\cos\omega t|$이다. 평균전압은 한 주기 동안 출력 파형 아래의 면적을 그 주기로 나눈 값이다. 위상각을 $\theta = \omega t$라 하면, $0 \le \theta \le 2\pi$에서 정류 파형은 **면적이 같은 네 구간**으로 나뉜다. 각 구간의 면적은 $\int_0^{\pi/2} V_m\cos\theta d\theta = V_m$이므로, $V_{\text{avg}} = \frac{4V_m}{2\pi} = \frac{2V_m}{\pi}$ 이다.

수치 대입: $V_{\text{avg}} = \frac{2\cdot 300\sqrt{2}}{\pi} = \frac{600\sqrt{2}}{\pi}$ V이다. 이는 ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 5. 다음 회로에서 $V = 96[V], R = 8[\Omega], X_L = 6[\Omega]$일 때, 전체 전류 $I[A]$는?



① 38

② 28

③ 9.6

④ 20

정답 4번

간단한 해설

저항 전류 12 A와 코일 전류 16 A는 **위상이 90° 다르므로** 크기를 단순히 더하지 않고 벡터로 합한다. 전체 전류의 크기는 20 A이다.

NoteBase

계산 과정

회로에서 저항 R과 유도성 리액턴스 X_L은 같은 두 접점 사이에 병렬로 연결되어 있다. 따라서 **각 가지에 걸리는 전압은 모두 96 V**이다.

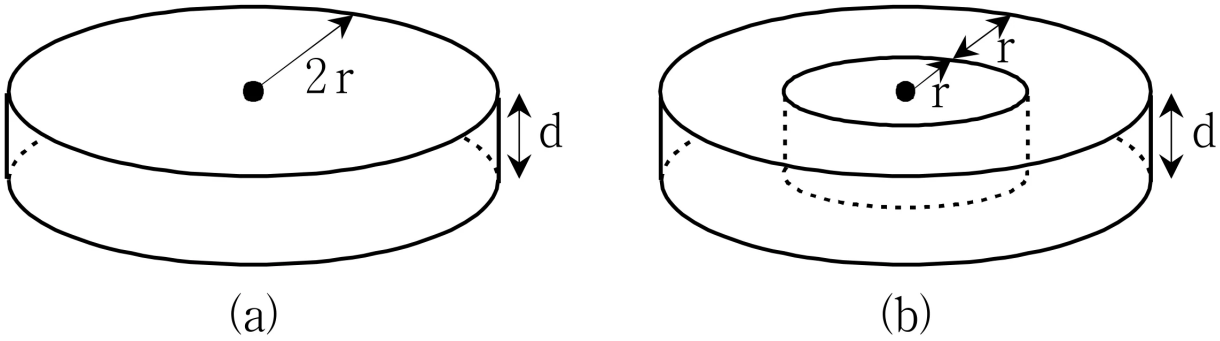
저항 가지 전류: 저항에서는 전압과 전류의 위상이 같으며, 옴의 법칙을 적용하면 $I_R = \frac{V}{R} = \frac{96}{8} = 12$ A이다.

코일 가지 전류: 코일의 전류는 전압보다 **위상이 90° 늦다**. 유도성 리액턴스가 6 Ω이므로 전류의 크기는 $I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{96}{6} = 16$ A이다.

전체 전류: 두 가지 전류의 위상차가 90°이므로 페이저가 서로 직각을 이룬다. 따라서 전체 전류의 크기는 피타고라스 관계인 $I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$로 구한다.
$I = \sqrt{12^2 + 16^2} = \sqrt{400} = 20$ A이므로 ④의 20과 일치한다.

NoteBase

문 6. 다음 (a)는 반지름 $2r$을 갖는 두 원형 극판 사이에 한 가지 종류의 유전체가 채워져 있는 콘덴서이다. (b)는 (a)와 동일한 크기의 원형 극판 사이에 중심으로부터 반지름 r인 영역 부분을 (a)의 경우보다 유전율이 2배인 유전체로 채우고 나머지 부분에는 (a)와 동일한 유전체로 채워놓은 콘덴서이다. (b)의 정전용량은 (a)와 비교하여 어떠한가? (단, (a)와 (b)의 극판 간격 d는 동일하다)



① 15.7% 증가한다.

② 25% 증가한다.

③ 31.4% 증가한다.

④ 50% 증가한다.

정답 2번

간단한 해설

두 유전체 영역은 같은 극판 사이에 나란히 있어 **병렬로 합성**된다. 전체 면적의 1/4인 중심부의 정전용량만 2배가 되므로 전체 정전용량은 **25% 증가**한다.

NoteBase

계산 과정

(a)의 정전용량: (a)의 유전율을 ε이라 하자. 극판 가장자리 효과를 무시하면 평행판 콘덴서의 정전용량은 $C = \frac{\varepsilon S}{d}$이다. 여기서 S는 극판 면적, d는 극판 간격이다. 반지름이 $2r$이므로 전체 면적은 $S = \pi(2r)^2 = 4\pi r^2$이고, $C_a = \frac{4\varepsilon\pi r^2}{d}$이다.

(b)의 영역별 면적: 반지름이 r인 중심 원의 면적은 S_중심=π r^2이다. 바깥 고리의 면적은 S_바깥=4π r^2-π r^2=3π r^2이다. 따라서 유전율이 2배가 된 중심부는 **전체 면적의 1/4**을 차지한다.

(b)의 정전용량: 중심부와 바깥 부분은 각각 극판 간격 전체를 채우며 **같은 두 극판 사이의 전압**을 받는다. 따라서 두 부분을 병렬 콘덴서로 보고 정전용량을 더한다. 중심부의 유전율은 2ε이므로 C_중심=(2π r^2)/(d)이고, 바깥 부분은 C_바깥=(3π r^2)/(d)이다. 합성 정전용량은 C_b=C_중심+C_바깥, 즉 $C_b = \frac{5\varepsilon\pi r^2}{d}$이다.

증가율: 두 정전용량의 비는 $\frac{C_b}{C_a} = \frac{5}{4} = 1.25$이다. 이는 (b)의 정전용량이 (a)의 125%라는 뜻이다. 증가율은 **원래 정전용량을 기준**으로 구하므로 $\left(\frac{5}{4} - 1\right) \times 100\% = 25\%$이다. 따라서 (b)는 (a)보다 25% 증가하며, ②의 내용과 일치한다.

NoteBase

문 7. 부하임피던스 $\dot{Z} = j\omega L[\Omega]$에 전압 $V[V]$가 인가되고 전류 $2I[A]$가 흐를 때의 무효전력$[Var]$을 ω, L, I로 표현한 것은?

① $2\omega LI^2$

② $4\omega LI^2$

③ $4\omega LI$

④ $2\omega LI$

정답 2번

간단한 해설

순수 인덕터의 무효전력은 **전류 실효값의 제곱**에 유도성 리액턴스 ωL을 곱한다. 전류가 $2I$이므로 무효전력은 $4\omega LI^2$ Var이다.

계산 과정

부하의 성질: 임피던스 $\dot{Z} = j\omega L$에는 저항 성분이 없으므로 **순수 유도성 부하**이다. 유도성 리액턴스는 $X_L = \omega L$이고, 전류는 전압보다 90° 늦는다.

공식 적용: 교류 전력 계산에는 전압과 전류의 실효값을 사용한다. 전류 실효값을 I_{rms}, 전압과 전류의 위상차를 φ라 하면 무효전력은 $Q = VI_{\text{rms}}\sin\varphi$이다. 이 부하는 $\varphi = 90^\circ$이므로 $\sin\varphi = 1$이고, $V = I_{\text{rms}}X_L$이므로 $Q = I_{\text{rms}}^2 X_L$로 계산할 수 있다.

대입과 결과: 주어진 전류 실효값은 $I_{\text{rms}} = 2I$이다. 따라서 $Q = (2I)^2 \cdot \omega L = 4\omega LI^2$ Var이다. **전류 전체를 제곱**하므로 계수 2도 제곱되어 4가 된다. 이 식은 ②와 일치한다.

NoteBase

문 8. 다음 식으로 표현되는 비정현파 전압의 실효값[V]은?

$v = 2 + 5\sqrt{2}\sin\omega t + 4\sqrt{2}\sin(3\omega t) + 2\sqrt{2}\sin(5\omega t)[V]$

① $13\sqrt{2}$
② 11
③ 7
④ 2

정답 3번

간단한 해설

직류 성분과 서로 다른 주파수의 정현파 성분은 **각 실효값의 제곱을 합한 뒤 제곱근**을 취한다. 각 성분의 실효값이 2 V, 5 V, 4 V, 2 V이므로 전체 실효값은 7 V이다.

계산 과정

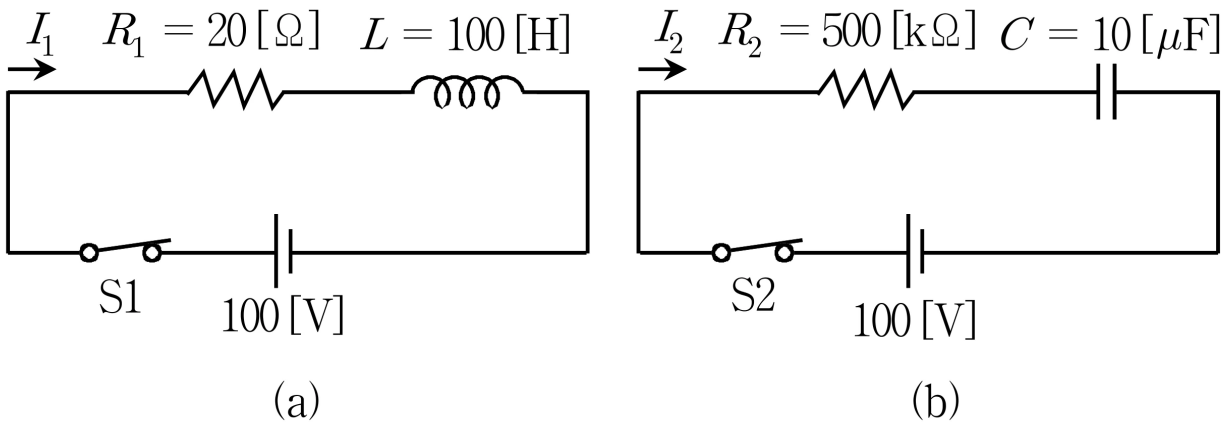
실효값은 한 주기 동안 전압 제곱의 평균에 제곱근을 취한 값이다. 주어진 전압은 직류 성분과 기본파·제3고조파·제5고조파로 이루어진다. 기본파의 한 주기 동안 평균을 구하면 **서로 다른 성분 사이의 곱으로 생기는 교차항의 평균이 0**이므로, 전체 실효값의 제곱은 각 성분 실효값의 제곱 합과 같다.

직류 성분은 크기가 일정하므로 실효값이 2 V이다. 정현파 성분은 최댓값이 A일 때 실효값이 $\frac{A}{\sqrt{2}}$이다. 따라서 최댓값이 각각 $5\sqrt{2}$ V, $4\sqrt{2}$ V, $2\sqrt{2}$ V인 기본파·제3고조파·제5고조파의 실효값은 각각 5 V, 4 V, 2 V이다.

전체 실효값을 V라 두면 $V = \sqrt{2^2 + 5^2 + 4^2 + 2^2}$ V이다. 제곱의 합은 $4 + 25 + 16 + 4 = 49$이므로 전체 실효값은 7 V이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 9. 다음 회로 (a), (b)에서 스위치 S_1, S_2를 동시에 닫았다. 이후 50초 경과 시 $(I_1 - I_2)$ [A]로 가장 적절한 것은? (단, L과 C의 초기전류와 초기전압은 0이다)



① 0.02

② 3

③ 5

④ 10

정답 3번

간단한 해설

두 회로의 **시정수는 모두 5초**이므로 50초 뒤에는 정상상태에 거의 도달한다. RL 회로의 전류는 5 A에 가까워지고 RC 회로의 충전전류는 거의 0 A가 되어, $I_1 - I_2$는 약 5 A이다.

NoteBase

계산 과정

시정수와 경과 시간: 스위치를 닫은 순간을 t = 0으로 둔다. 회로 (a)는 저항 20 Ω과 인덕터 100 H의 직렬 RL 회로이므로 시정수는 $\tau_L = \frac{L}{R_1} = \frac{100}{20} = 5\text{s}$이다. 회로 (b)는 저항 500 kΩ과 커패시터 10 μF의 직렬 RC 회로이다. 이를 각각 $5 \times 10^5\Omega$, 10^{-5}F로 환산하면 $\tau_C = R_2 C = 5\text{s}$이다. 50초는 두 회로 모두 **시정수의 10배**인 시간이다.

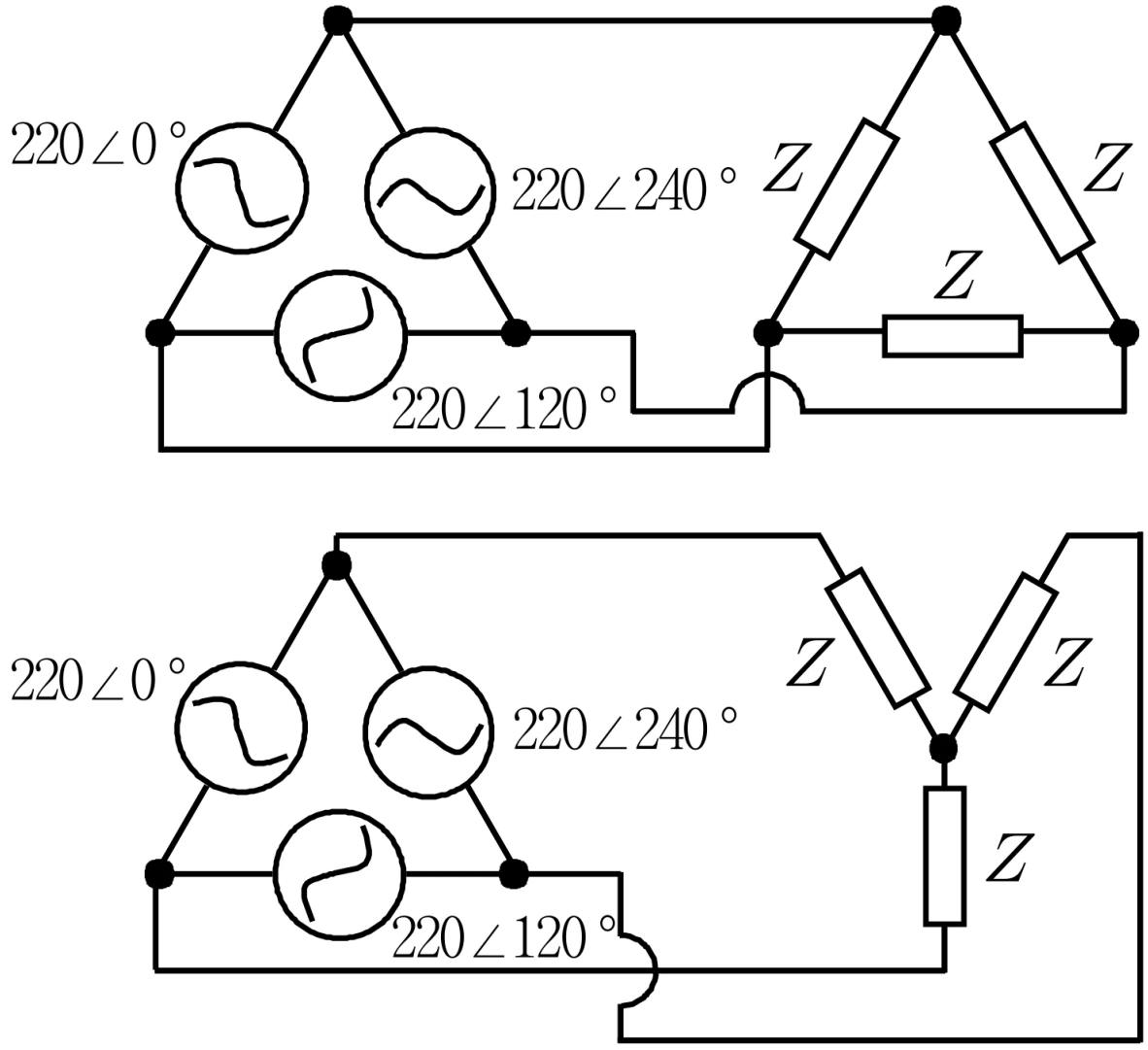
회로 (a)의 전류: 인덕터의 초기전류가 0이므로 전류는 0에서 출발해 증가한다. 직류 정상상태에서는 인덕터의 전압이 0이 되어 전류가 $\frac{100}{20} = 5\text{A}$에 수렴한다. 이때 전류의 시간 변화는 $I_1(t) = \frac{100}{20}(1 - e^{-t/5})\text{A}$이므로, $I_1(50) = 5(1 - e^{-10})\text{A}$이다.

회로 (b)의 전류: 커패시터의 초기전압이 0이므로 스위치를 닫은 직후에는 저항에 전원전압 100 V가 걸린다. 이후 충전되면서 커패시터 전압은 증가하고 저항 전압은 감소하므로 **충전전류는 0으로 감소**한다. 전류는 $I_2(t) = \frac{100}{5 \times 10^5} e^{-t/5}\text{A}$이므로, $I_2(50) = 0.0002e^{-10}\text{A}$이다.

전류의 차: $I_1 - I_2 = 5 - 5.0002e^{-10}\text{A}$이다. $e^{-10} \approx 4.54 \times 10^{-5}$이므로 전류의 차는 약 4.99977 A이다. 따라서 가장 적절한 값은 ③의 5 A이다.

NoteBase

문 10. 다음 회로와 같이 평형 3상 전원을 평형 3상 Δ결선 부하에 접속하였을 때 Δ결선 부하 1상의 유효전력이 P[W]였다. 각 상의 임피던스 Z를 그대로 두고 Y결선으로 바꾸었을 때 Y결선 부하의 총전력[W]은?



① $\frac{P}{3}$

② P

③ $\sqrt{3}P$

④ 3P

정답 2번

NoteBase

간단한 해설

같은 전원에서 Δ결선을 Y결선으로 바꾸면 각 상에 걸리는 전압이 $1/\sqrt{3}$배가 된다. 임피던스가 같으므로 **1상 유효전력은 1/3배**가 되어 $P/3$ W이고, 이를 세 상에 합한 총 유효전력은 P W이다.

계산 과정

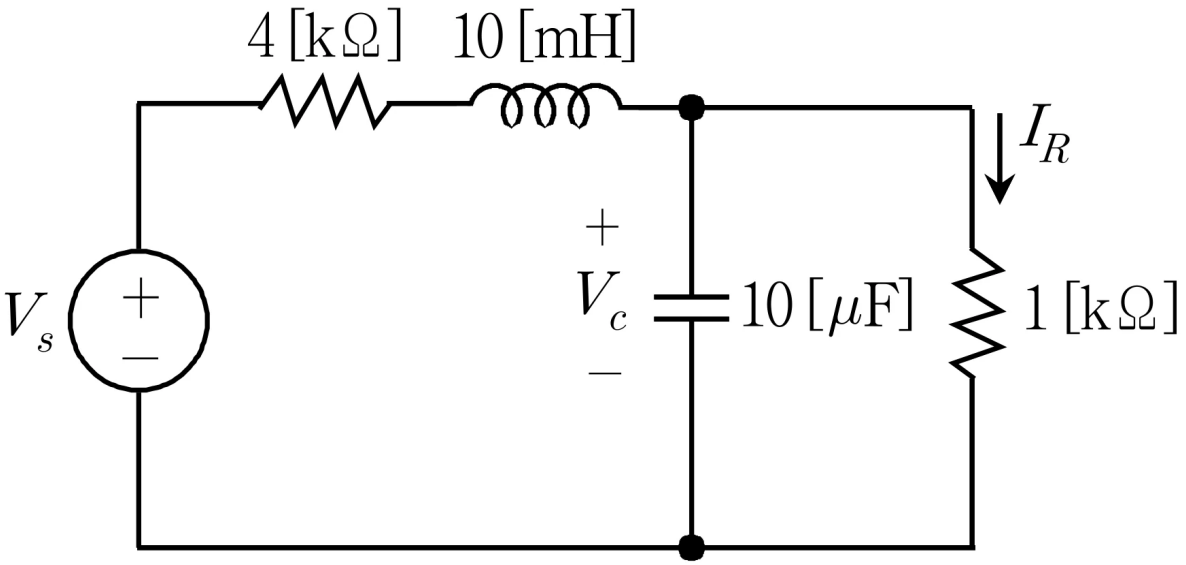
1. 부하의 상전압: 그림에서 전원의 선간전압은 220 V이며, 부하 결선만 바꾸므로 이 값은 유지된다. Δ결선에서는 각 임피던스가 두 선 사이에 연결되므로 상전압이 선간전압과 같아 $V_\Delta = 220$ V이다. 평형 Y결선에서는 **상전압이 선간전압의** $1/\sqrt{3}$**배**이므로 $V_Y = 220/\sqrt{3}$ V이다. 여기서 전압은 실효값이다.

2. Y결선의 1상 유효전력: 각 상의 임피던스 크기를 $|Z|$, 임피던스의 위상각을 φ라 하면 역률은 $\cos\varphi$이다. 1상 유효전력은 $p = VI\cos\varphi$이고, $I = V/|Z|$이므로 $p = \frac{V^2}{|Z|}\cos\varphi$이다. 임피던스 Z를 그대로 두었으므로 그 크기와 역률이 모두 같아, 유효전력은 **상전압의 제곱에 비례**한다. 따라서 $\frac{p_Y}{P} = \left(\frac{V_Y}{V_\Delta}\right)^2 = \frac{1}{3}$이고, Y결선의 1상 유효전력은 $p_Y = P/3$ W이다.

3. Y결선의 총 유효전력: 평형 부하이므로 세 상의 유효전력이 같다. 따라서 총 유효전력은 $P_Y = 3 \cdot \frac{P}{3} = P$ W로, ②의 P에 해당한다. 문제에서 주어진 P는 Δ결선의 총전력이 아니라 **Δ결선 1상의 유효전력**이다.

NoteBase

문 11. 다음 회로에서 직류전압 $V_s = 10$ [V]일 때, 정상상태에서의 전압 V_c [V]와 전류 I_R [mA]은?



① V_c: 8, I_R: 20

② V_c: 2, I_R: 20

③ V_c: 8, I_R: 2

④ V_c: 2, I_R: 2

정답 4번

간단한 해설

직류 정상상태에서는 **인덕터는 단락, 커패시터는 개방**으로 취급한다. 따라서 4 kΩ과 1 kΩ에 흐르는 전류는 2 mA이고, 1 kΩ과 병렬인 커패시터의 전압은 2 V이다.

NoteBase

계산 과정

직류 정상상태의 등가회로: 시간이 충분히 지나 전류와 전압이 일정해지면, 이상적인 인덕터의 양단 전압은 0이고 커패시터에 흐르는 전류는 0이다. 따라서 10 mH 인덕터는 **단락**으로, 10 μF 커패시터는 **개방**으로 바꾼다. 남은 회로는 10 V 전원에 4 kΩ과 1 kΩ이 직렬로 연결된 형태이다.

저항 전류 I_R: 커패시터 가지로 전류가 흐르지 않으므로 4 kΩ을 지난 전류가 모두 오른쪽 1 kΩ 저항으로 흐른다. 합성저항은 4 + 1 = 5 kΩ이므로 옴의 법칙에 따라 $I_R = \frac{10\text{V}}{5\text{k}\Omega} = 2\text{mA}$이다. 전류는 전원의 양극에서 나와 그림의 화살표처럼 아래쪽으로 흐르므로 부호는 양수이다.

커패시터 전압 V_C: 커패시터와 오른쪽 1 kΩ 저항은 **같은 두 노드에 병렬로 연결**되어 있으므로 양단 전압이 같다. 따라서 $V_C = (2\text{mA}) \cdot (1\text{k}\Omega) = 2\text{V}$이다. 위쪽 노드의 전위가 더 높으므로 그림에 표시된 극성을 기준으로 양의 전압이다. 커패시터가 개방이라는 것은 전류가 흐르지 않는다는 뜻이며, 양단 전압까지 0이라는 뜻은 아니다.

따라서 V_C는 2 V, I_R는 2 mA이며, 이 값의 조합은 ④와 일치한다.

NoteBase

문 12. 진공 중의 한 점에 음전하 5[nC]가 존재하고 있다. 이 점에서 5[m] 떨어진 곳의 전기장의 세기[V/m]는? (단, $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9$ 이고, ε_0는 진공의 유전율이다)

① 1.8

② −1.8

③ 3.8

④ −3.8

정답 2번

간단한 해설

점전하의 전기장은 전하량에 비례하고 **거리의 제곱에 반비례**하므로, 이 지점에서의 크기는 1.8 V/m이다.
음전하의 전기장은 **전하를 향하므로**, 전하에서 바깥쪽을 양의 방향으로 잡으면 −1.8 V/m로 나타낸다.

계산 과정

전하량과 거리: 음전하이므로 전하량은 $Q = -5 \times 10^{-9}$C이고, 전하에서 관측점까지의 거리는 r = 5 m이다. nC를 C로 바꿀 때는 $1\text{nC} = 10^{-9}\text{C}$를 적용한다.

적용 공식: 진공 중 점전하의 전기장은 쿨롱 법칙에 따라 전하량에 비례하고 **거리의 제곱에 반비례**한다. 전하에서 바깥쪽으로 향하는 반지름 방향을 양으로 정하면 전기장의 성분은 $E_r = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$이다.

수치 대입: 주어진 상수와 전하량을 곱하면 $(9 \times 10^9) \cdot (-5 \times 10^{-9}) = -45$이다. 이를 거리의 제곱인 25로 나누면 $E_r = \frac{-45}{25} = -1.8\text{V/m}$이다.

결과 해석: 전기장의 크기는 1.8 V/m이며, **음의 부호는 전하를 향하는 방향**을 뜻한다. 따라서 방향을 부호로 표시한 값은 −1.8 V/m로, ②의 값에 해당한다.

NoteBase

문 13. 철심 코어에 권선수 10인 코일이 있다. 이 코일에 전류 10[A]를 흘릴 때, 철심을 통과하는 자속이 0.001[Wb]이라면 이 코일의 인덕턴스[mH]는?

① 100

② 10

③ 1

④ 0.1

정답 3번

간단한 해설

인덕턴스는 **쇄교자속을 전류로 나눈 값**이다. 권선수까지 반영한 쇄교자속은 0.01 Wb이므로, $L = \frac{N\Phi}{I}$에 따라 인덕턴스는 0.001 H, 즉 1 mH이다.

계산 과정

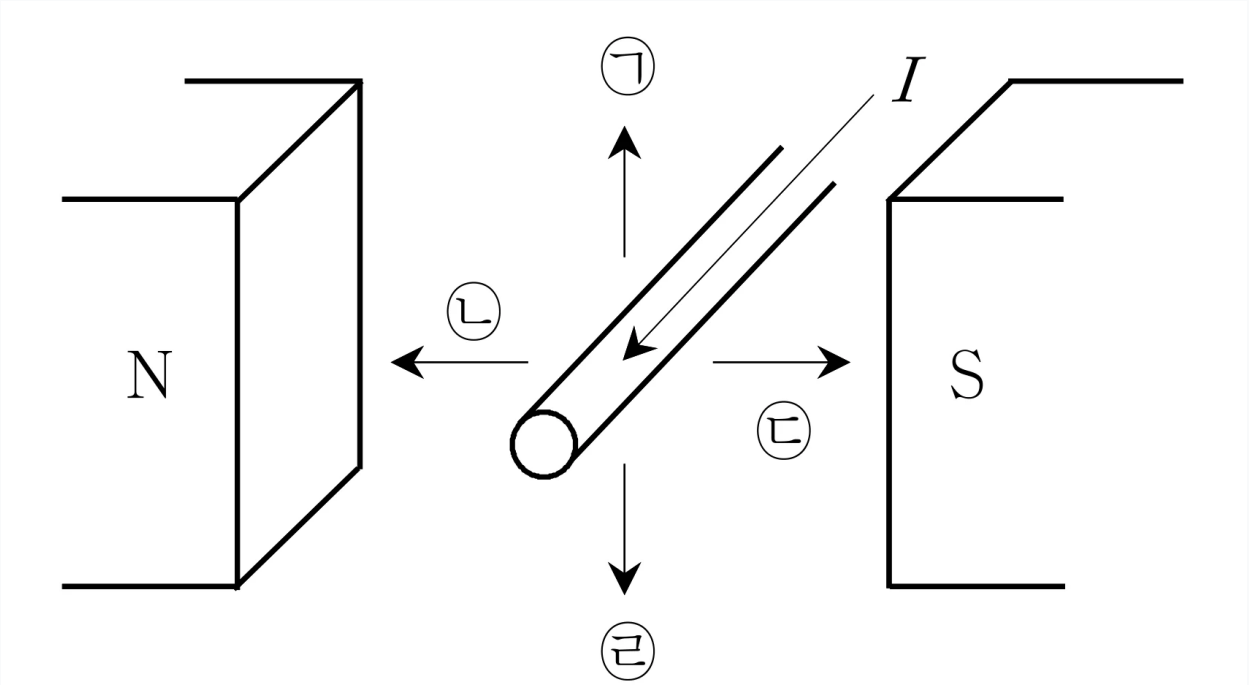
인덕턴스 L은 전류 I에 대한 쇄교자속 λ의 비로, $L = \frac{\lambda}{I}$이다. 철심의 자속 Φ가 N회의 권선에 각각 쇄교하므로, **자속에 권선수를 곱한 값**이 코일 전체의 쇄교자속이다.

주어진 값은 권선수 N = 10, 전류 I = 10 A, 자속 $\Phi = 0.001\text{Wb}$이다. 따라서 쇄교자속은 $\lambda = N\Phi = 10 \cdot 0.001 = 0.01\text{Wb}$이다.

이를 인덕턴스의 정의에 대입하면 $L = \frac{0.01}{10} = 0.001\text{H}$이다. 1 H = 1000 mH이므로 0.001 H = 1 mH이며, 이는 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 14. 다음 그림과 같이 자극(N, S) 사이에 있는 도체에 전류 / [A]가 흐를 때, 도체가 받는 힘은 어느 방향인가?



① ㉠

② ㉡

③ ㉢

④ ㉣

정답 1번

간단한 해설

자기장은 왼쪽 N극에서 오른쪽 S극으로 향하고, 전류는 도체의 뒤쪽에서 앞쪽으로 흐른다. **플레밍의 왼손 법칙**을 적용하면 도체가 받는 힘은 위쪽을 향한다.

NoteBase

공통 해설

자기장 속에서 전류가 흐르는 도체가 받는 힘의 방향은 플레밍의 왼손 법칙으로 구한다. 왼손의 엄지·검지·중지를 서로 수직으로 펴고, 검지는 자기장 방향, 중지는 전류 방향에 맞추면 엄지가 힘의 방향을 나타낸다. 힘은 **자기장과 전류 모두에 수직**으로 작용한다.

그림에서 자기장은 N극에서 S극으로 향하므로 왼쪽에서 오른쪽 방향이다. 전류 화살표는 도체의 오른쪽 위에 있는 뒤쪽에서 왼쪽 아래의 둥근 단면이 있는 앞쪽으로 향한다. 이 입체 방향에 맞춰 왼손 검지를 오른쪽으로, 중지를 앞쪽으로 두면 엄지는 위쪽을 가리킨다. 따라서 도체가 받는 힘은 위쪽 화살표인 ㉠ 방향이다.

NoteBase

문 15. 이상적인 단상 변압기의 2차측에 부하를 연결하여 2.2 [kW]를 공급할 때의 2차측 전압이 220 [V], 1차측 전류가 50 [A]라면 이 변압기의 권선비 $N_1 : N_2$는? (단, N_1은 1차측 권선수이고 N_2는 2차측 권선수이다)

① 1:5

② 5:1

③ 1:10

④ 10:1

정답 1번

간단한 해설

부하 역률을 **1로 가정하면** 2차측 전류는 10 A이다. 이상적인 변압기에서는 권선수와 전류가 반비례하므로, 1차측과 2차측의 권선비는 10:50 = 1:5이다.

계산 과정

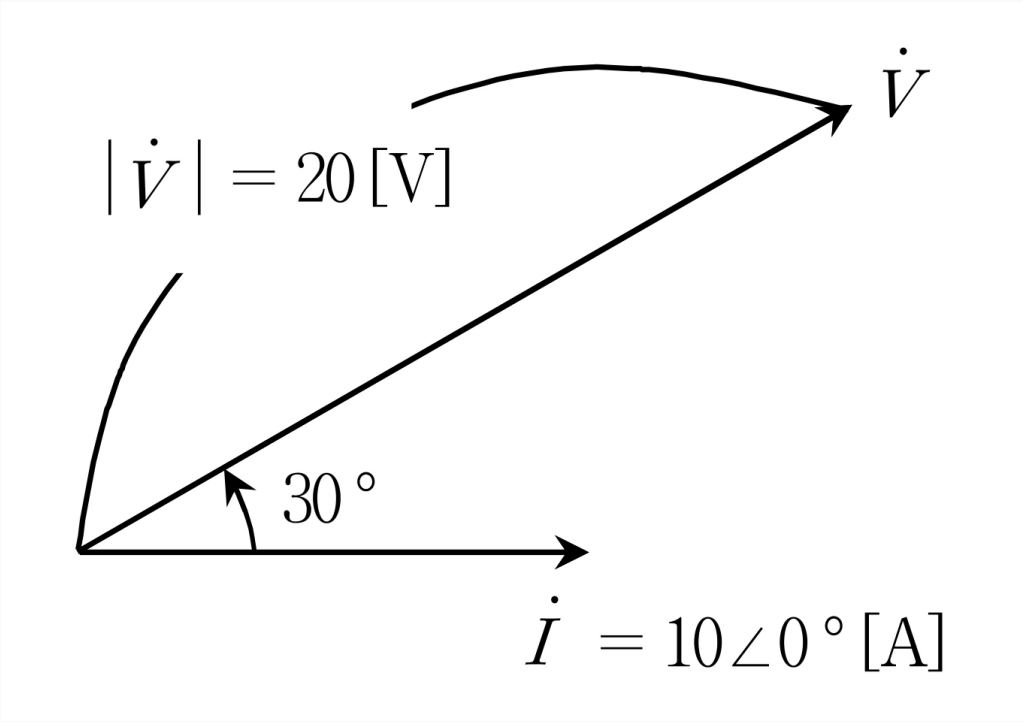
단상 교류에서 부하에 공급하는 유효전력은 $P_2 = V_2 I_2 \cos\varphi_2$이다. 여기서 V_2, I_2는 2차측 전압과 전류의 실효값이고, $\cos\varphi_2$는 부하 역률이다. 문항에는 역률이 명시되지 않았으므로, 이 풀이에서는 **부하 역률을 1로 가정**한다. 이상적인 변압기는 손실이 없다는 뜻이며, 그 조건만으로 부하 역률이 1이 되지는 않는다.

공급 전력 2.2 kW를 2,200 W로 바꾸고 역률 1을 적용하면 $I_2 = \frac{P_2}{V_2} = \frac{2200}{220} = 10\text{A}$이다. 이 10 A는 2차측 부하에 흐르는 전류이며, 주어진 1차측 전류 50 A와 구분한다.

이상적인 변압기에서 전압은 권선수에 비례하고, **전류는 권선수에 반비례**한다. 따라서 $\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$이고, $N_1 : N_2 = 10 : 50 = 1 : 5$로 ①의 1:5와 일치한다. 이 값은 역률 1이라는 가정에 따른 결과이며, 그 가정 없이 주어진 수치만으로는 권선비가 하나로 결정되지 않는다.

NoteBase

문 16. 교류회로의 전압 $\dot{V}$와 전류 $\dot{I}$가 다음 벡터도와 같이 주어졌을 때, 임피던스 $\dot{Z}$ [Ω]는?



① $\sqrt{3} - j$
② $\sqrt{3} + j$
③ $1 + j\sqrt{3}$
④ $1 - j\sqrt{3}$

정답 2번

간단한 해설

임피던스는 전압을 전류로 나눈 값이므로 크기는 2 Ω이고, 위상은 **전압 위상에서 전류 위상을 뺀** 30°이다. 이를 직교형으로 나타내면 $\dot{Z} = (\sqrt{3} + j)\Omega$이다.

NoteBase

계산 과정

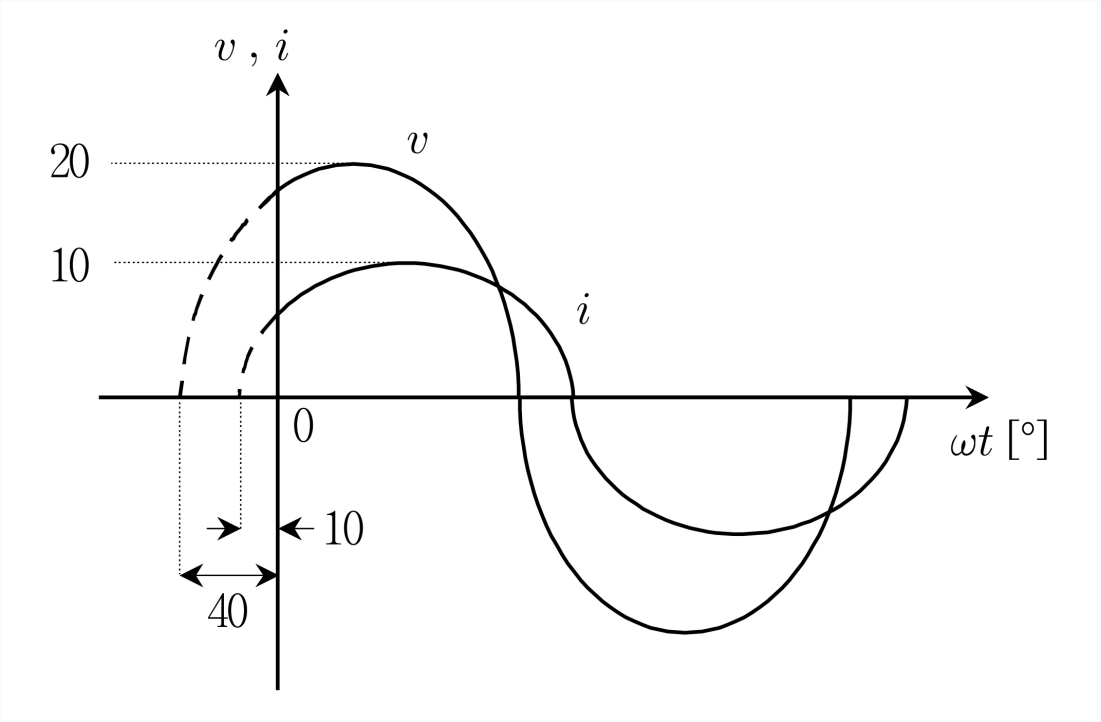
벡터도에서 전류는 $\dot{I} = 10\angle 0^\circ\,\mathrm{A}$이고, 전압의 크기는 20 V이다. 전압 벡터가 전류 벡터보다 반시계 방향으로 30° 위에 있으므로 **전압이 전류보다 30° 앞선다**. 따라서 전압은 $\dot{V} = 20\angle 30^\circ\,\mathrm{V}$이다.

교류회로의 페이저 관계 $\dot{V} = \dot{Z}\dot{I}$에 따라 $\dot{Z} = \frac{\dot{V}}{\dot{I}}$이다. 극형식의 나눗셈에서는 **크기는 나누고 위상은 뺀다**. 임피던스의 크기는 $|\dot{Z}| = \frac{20}{10} = 2\Omega$, 위상은 30° − 0° = 30°이므로 $\dot{Z} = 2\angle 30^\circ\,\Omega$이다.

극형식을 직교형으로 바꾸면 $\dot{Z} = 2(\cos 30^\circ + j\sin 30^\circ)\Omega$이다. 여기서 $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$이므로 $\dot{Z} = (\sqrt{3} + j)\Omega$이다. 실수부는 저항, 허수부는 리액턴스이며, 전압이 전류보다 앞서므로 **리액턴스의 부호는 양수**이다. 이 값은 ②의 식과 일치한다.

NoteBase

문 17. 다음과 같은 정현파 전압 v와 전류 i로 주어진 회로에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 전압과 전류의 위상차는 40°이다.

② 교류전압 $v = 20\sin(\omega t - 40^\circ)$이다.

③ 교류전류 $i = 10\sqrt{2}\sin(\omega t + 10^\circ)$이다.

④ 임피던스 $\dot{Z} = 2\angle 30^\circ$이다.

정답 4번

간단한 해설

임피던스의 크기는 **전압과 전류의 진폭비**이므로 $\frac{20}{10} = 2\Omega$이다. 전압이 전류보다 **30° 앞서므로** 임피던스는 $\dot{Z} = 2\angle 30^\circ\,\Omega$이다.

NoteBase

선지별 해설

가로축은 각도 ωt를 나타낸다. 정현파를 $A\sin(\omega t + \phi)$로 나타내면, 음에서 양으로 바뀌는 영점은 $\omega t = -\phi$이다. 따라서 원점 왼쪽의 영점 위치로 초기 위상을 읽고, 세로축의 최댓값으로 진폭을 읽는다.

① X: 전압과 전류가 음에서 양으로 바뀌는 영점은 각각 −40°, −10°에 있다. 초기 위상은 각각 +40°, +10°이므로 위상차는 40° − 10° = 30°이다. 왼쪽에 있는 전압 파형이 먼저 같은 위상에 도달하므로 **전압이 전류보다 30° 앞선다**. 선지의 40°는 전압의 초기 위상이며, 두 파형 사이의 위상차가 아니다.

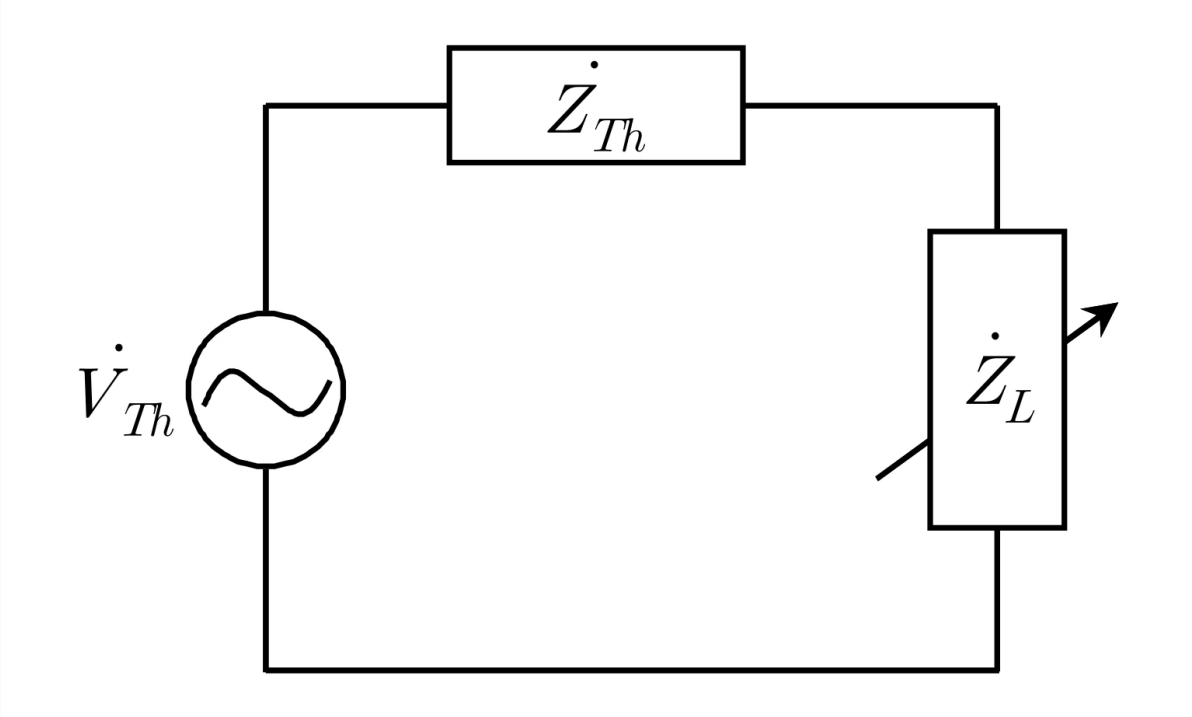
② X: 전압의 최댓값은 20 V이고, 상승하는 영점이 −40°에 있으므로 초기 위상은 **−40°가 아니라 +40°**이다. 따라서 전압은 $v = 20\sin(\omega t + 40^\circ)$V이다. 선지처럼 위상을 −40°로 두면 상승하는 영점이 +40°가 되어 그림과 맞지 않는다.

③ X: 전류의 상승하는 영점이 −10°이므로 초기 위상 +10°는 맞지만, 그림의 10 A는 **실횻값이 아니라 최댓값**이다. 따라서 전류는 $i = 10\sin(\omega t + 10^\circ)$A이다. 정현파의 실횻값은 최댓값을 $\sqrt{2}$로 나눈 값이므로 $I = \frac{10}{\sqrt{2}}$A이다. 선지의 $10\sqrt{2}$ A는 최댓값을 잘못 크게 잡은 것이다.

④ O: 같은 주파수의 정현파에서 임피던스는 전압 페이저를 전류 페이저로 나눈 값이다. 크기는 실횻값의 비이며, 전압과 전류에 공통인 $\sqrt{2}$가 약분되므로 최댓값의 비로도 구할 수 있다. 따라서 $|\dot{Z}| = \frac{20}{10} = 2\Omega$이다. 위상각은 **전압의 위상에서 전류의 위상을 뺀 값**이므로 $\angle\dot{Z} = 40^\circ - 10^\circ = 30^\circ$이다. 이를 합치면 $\dot{Z} = 2\angle 30^\circ\,\Omega$이다.

NoteBase

문 18. 다음 회로에서 $\dot{V}_{Th} = 12\angle 0^\circ$ [V]이고 $\dot{Z}_{Th} = 600 + j150$ [Ω]일 때, 최대전력을 전달하기 위한 부하임피던스 $\dot{Z}_L$ [Ω]과 부하임피던스에 소비되는 전력 P_L [W]은?



① $\dot{Z}_L$: 600−j150, P_L: 0.06

② $\dot{Z}_L$: 600+j150, P_L: 0.6

③ $\dot{Z}_L$: 600−j150, P_L: 0.6

④ $\dot{Z}_L$: 600+j150, P_L: 0.06

정답 1번

간단한 해설

교류 회로에서 최대전력을 전달하려면 부하임피던스를 전원 측 임피던스의 **켤레복소수**로 맞춰야 하므로 $\dot{Z}_L = 600 - j150\ \Omega$이다. 이때 전체 리액턴스가 상쇄되어 부하에 소비되는 전력은 0.06 W이다.

NoteBase

계산 과정

부하임피던스를 $\dot{Z}_L = R_L + jX_L$로 두면, 그림에서 전원 측 임피던스와 부하임피던스는 직렬로 연결되어 있다. 부하의 저항과 리액턴스를 모두 조절할 수 있는 교류 회로의 최대전력 전달 조건은 **저항은 같게, 리액턴스는 부호를 반대로** 맞추는 것이다. 따라서 $R_L = 600\,\Omega$, $X_L = -150\,\Omega$이며, $\dot{Z}_L = 600 - j150\,\Omega$이다.

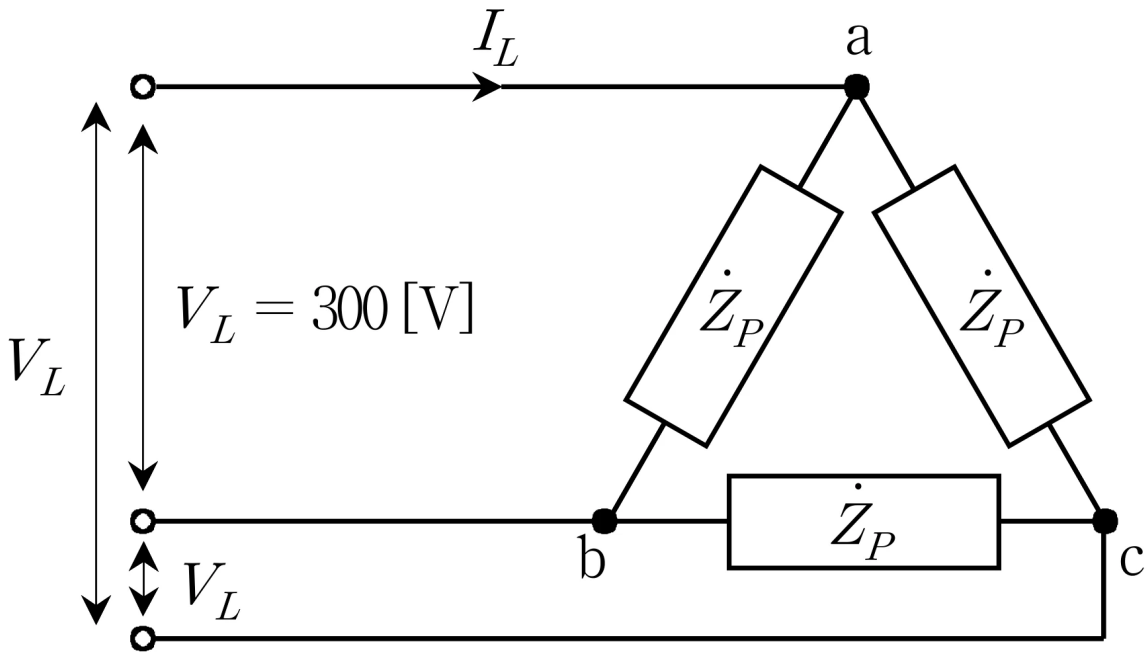
이 조건에서는 두 리액턴스가 상쇄되고 전체 저항은 600 + 600 = 1200 Ω이 된다. 전압 페이저의 크기 12 V를 실효값으로 사용하면, 부하를 흐르는 전류의 실효값은 $I = \frac{12}{1200} = 0.01$ A이다.

부하의 평균 소비전력은 **저항 성분에서 소비되는 유효전력**이므로 $P_L = I^2 R_L$로 계산한다. 리액턴스 성분은 에너지를 저장했다가 돌려주므로 평균 소비전력에 기여하지 않는다. 따라서 $P_L = (0.01)^2 \cdot 600 = 0.06$ W이다.

구한 부하임피던스 $600 - j150\,\Omega$과 소비전력 0.06 W의 조합은 ①에 해당한다.

NoteBase

문 19. 다음 평형 3상 교류회로에서 선간전압의 크기 $V_L = 300$ [V], 부하 $\dot{Z}_p = 12 + j9$ [Ω]일 때, 선전류의 크기 I_L [A]는?



① 10

② $10\sqrt{3}$

③ 20

④ $20\sqrt{3}$

정답 4번

간단한 해설

부하가 **Δ결선**이므로 각 상에 선간전압 300 V가 그대로 걸린다. 상전류는 20 A이고, 평형 Δ결선의 선전류는 **상전류의 √3배**이므로 $20\sqrt{3}$ A이다.

NoteBase

계산 과정

상전압: 그림에서 세 부하가 a–b, b–c, c–a 사이에 연결된 **Δ결선**이다. 각 부하 양단이 두 선에 직접 연결되므로, 부하 한 상에 걸리는 상전압의 크기는 $V_p = V_L = 300\text{V}$이다.

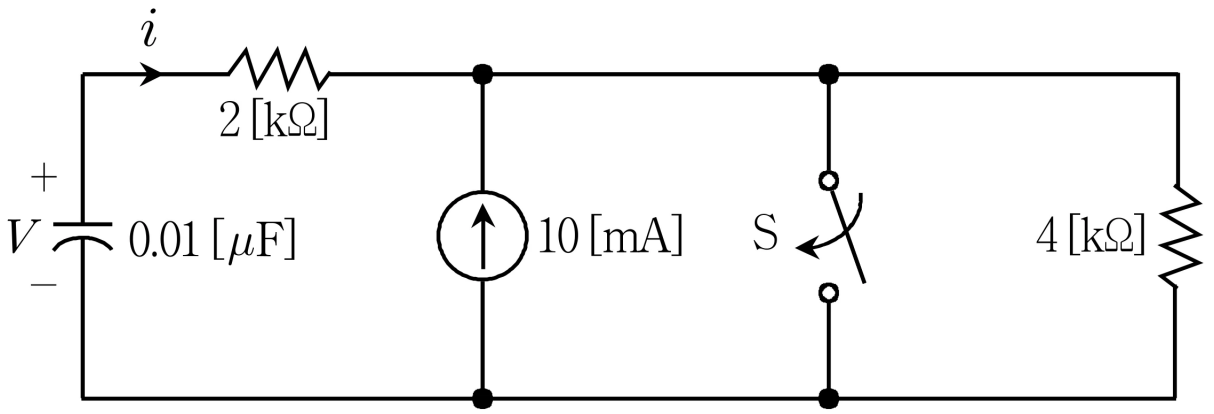
임피던스의 크기: 한 상의 임피던스는 $\dot{Z}_p = 12 + j9\Omega$이다. 저항 성분과 리액턴스 성분은 복소평면에서 서로 직각이므로, 전류의 크기를 구할 때 쓰는 **임피던스의 크기**는 $|\dot{Z}_p| = \sqrt{12^2 + 9^2} = 15\Omega$이다.

상전류: 한 상에 교류 옴의 법칙을 적용하면 $I_p = \frac{V_p}{|\dot{Z}_p|} = \frac{300}{15} = 20\text{A}$이다. 이 값은 선에 흐르는 전류가 아니라 **각 부하에 흐르는 전류**의 크기이다.

선전류: Δ결선의 접속점에서는 두 상전류의 페이저 차가 선전류가 된다. 평형 3상에서 두 상전류는 크기가 같고 위상차가 120°이므로, 그 차의 크기는 **상전류 크기의 $\sqrt{3}$배**이다. 따라서 $I_L = \sqrt{3} I_p = 20\sqrt{3}\text{A}$이며, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 20. 다음 회로가 정상상태를 유지하는 중, $t = 0$에서 스위치 S를 닫았다. 이때 전류 i의 초기전류 $i_{(0+)}$ [mA]는?



① 0

② 2

③ 10

④ 20

정답 4번

간단한 해설

스위치를 닫기 전 커패시터에는 40 V가 걸려 있으며, **커패시터 전압은 순간적으로 변하지 않는다**. 닫은 직후에는 이 전압이 2 kΩ 저항에 걸리므로, 표시된 방향의 초기전류는 20 mA이다.

계산 과정

스위치를 닫기 전: 직류 정상상태에서는 **커패시터가 개방회로처럼 동작**하므로 2 kΩ 저항에도 전류가 흐르지 않는다. 따라서 10 mA 전류원의 전류는 모두 4 kΩ 저항을 통과하며, 위쪽 공통 노드의 전압은 아래쪽 노드를 기준으로 10 mA × 4 kΩ = 40 V이다. 2 kΩ 저항의 전압강하는 0이므로 커패시터의 위쪽 단자도 40 V이다. 그림의 극성을 따르면 $V(0^-) = 40$ V이다.

스위치를 닫은 직후: S가 위아래 공통 노드를 단락시키므로 2 kΩ 저항의 오른쪽 단자는 0 V가 된다. 반면 **커패시터 전압은 연속**이므로 $V(0^+) = V(0^-) = 40$ V이며, 저항의 왼쪽 단자는 순간적으로 40 V를 유지한다. 따라서 2 kΩ 저항 양단에는 왼쪽이 높은 40 V의 전압이 걸린다.

초기전류 계산: 옴의 법칙을 적용하면 $i(0^+) = \frac{40-0}{2\times10^3} = 0.020$ A = 20 mA이다. 전류는 왼쪽에서 오른쪽으로 흘러 그림의 화살표와 일치하며, 이 값은 ④의 20 mA에 해당한다.

NoteBase