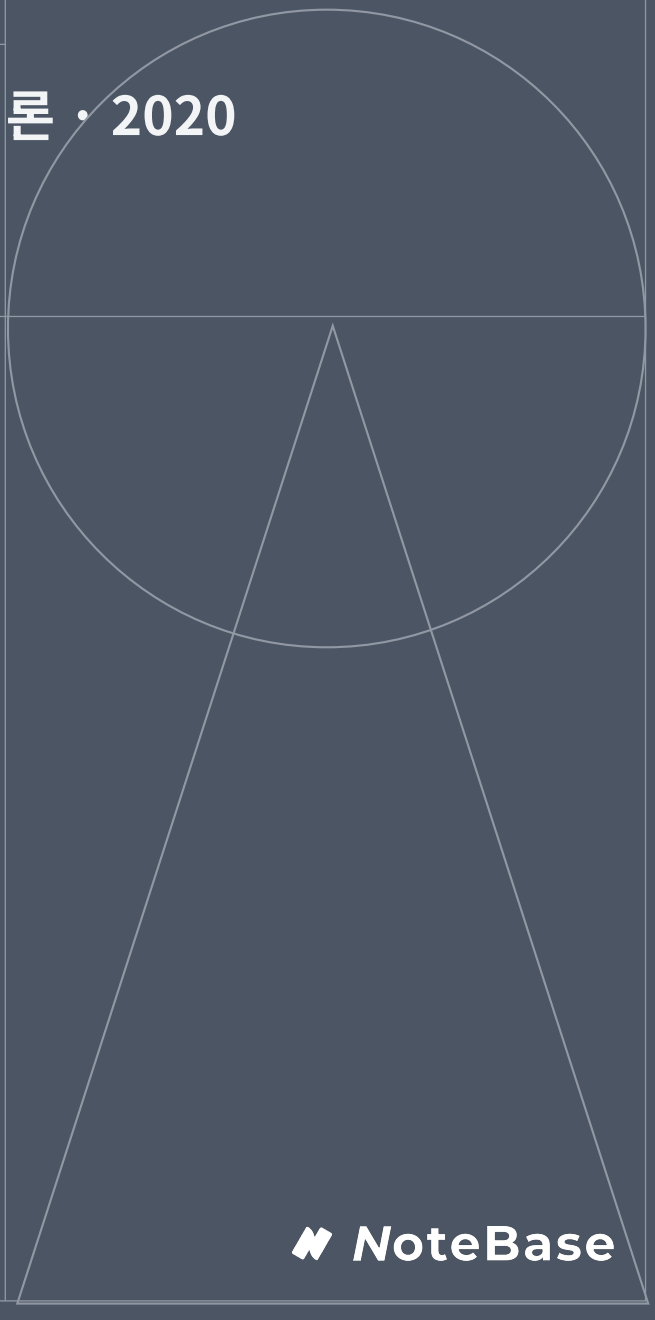
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기이론 · 2020



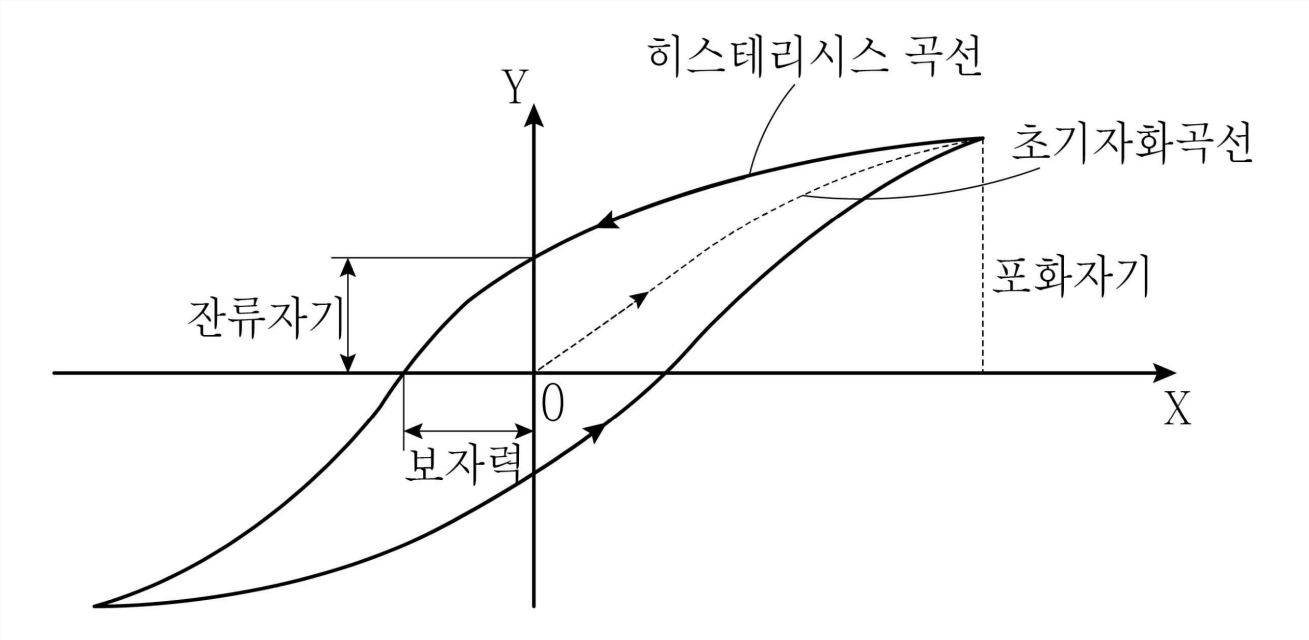
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기이론 · 2020

공무원/지방직/9급 · 전기이론 · 2020

문 1. 그림의 자기 히스테리시스 곡선에서 가로축(X)과 세로축(Y)에 해당하는 것은?



① X: 자속밀도, Y: 투자율

② X: 자속밀도, Y: 자기장의 세기

③ X: 자기장의 세기, Y: 투자율

④ X: 자기장의 세기, Y: 자속밀도

정답 4번

간단한 해설

그림에서 보자력은 가로 방향으로, 잔류자기는 세로 방향으로 표시되어 있다. 보자력은 자속밀도를 0으로 만드는 데 필요한 **자기장의 세기 H**이고, 잔류자기는 자기장을 없애도 남아 있는 **자속밀도 B**이다.

NoteBase

대응 관계 해설

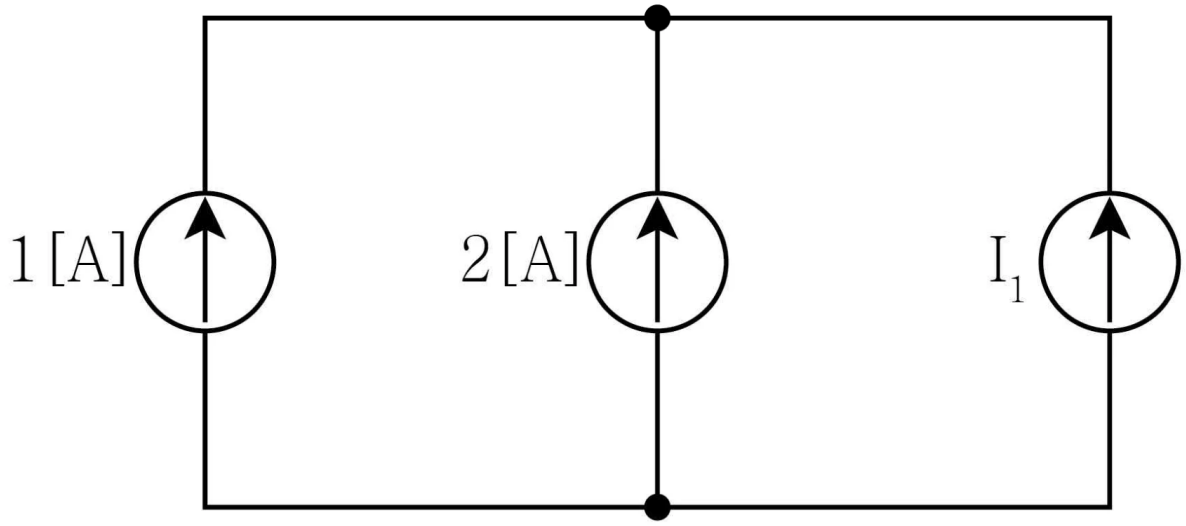
X: 자기장의 세기 H이다. 자기 히스테리시스 곡선은 자기장의 세기를 변화시킬 때 자속밀도가 어떻게 달라지는지 나타낸다. 그림에서 보자력은 원점에서 음의 X축 교점까지의 가로 간격으로 표시되어 있다. 이는 자화된 물질의 자속밀도를 0으로 만들기 위해 **반대 방향으로 가해야 하는 자기장의 세기의 크기**이므로, 가로축은 H에 해당한다.

Y: 자속밀도 B이다. 그림의 잔류자기는 X가 0일 때에도 곡선이 양의 Y축과 만나는 높이로 표시되어 있다. 이는 자기장의 세기를 0으로 줄여도 물질에 **자속밀도가 남아 있음**을 뜻하므로, 세로축은 B에 해당한다. 투자율은 자기장의 세기와 자속밀도의 관계를 나타내는 물질의 자기적 특성이며, 이 그림의 세로축에 표시된 양이 아니다.

X에 자기장의 세기, Y에 자속밀도를 대응시킨 조합은 ④이다.

NoteBase

문 2. 그림의 회로에서 전류 I_1 [A]은?



① −1

② 1

③ −3

④ 3

정답 3번

간단한 해설

위쪽 노드에 1 A와 2 A가 유입되므로, 전류 보존을 위해 오른쪽 가지로 3 A가 유출되어야 한다. 이는 그림의 **위쪽 기준 방향과 반대**이므로 $I_1 = -3\text{A}$이다.

NoteBase

계산 과정

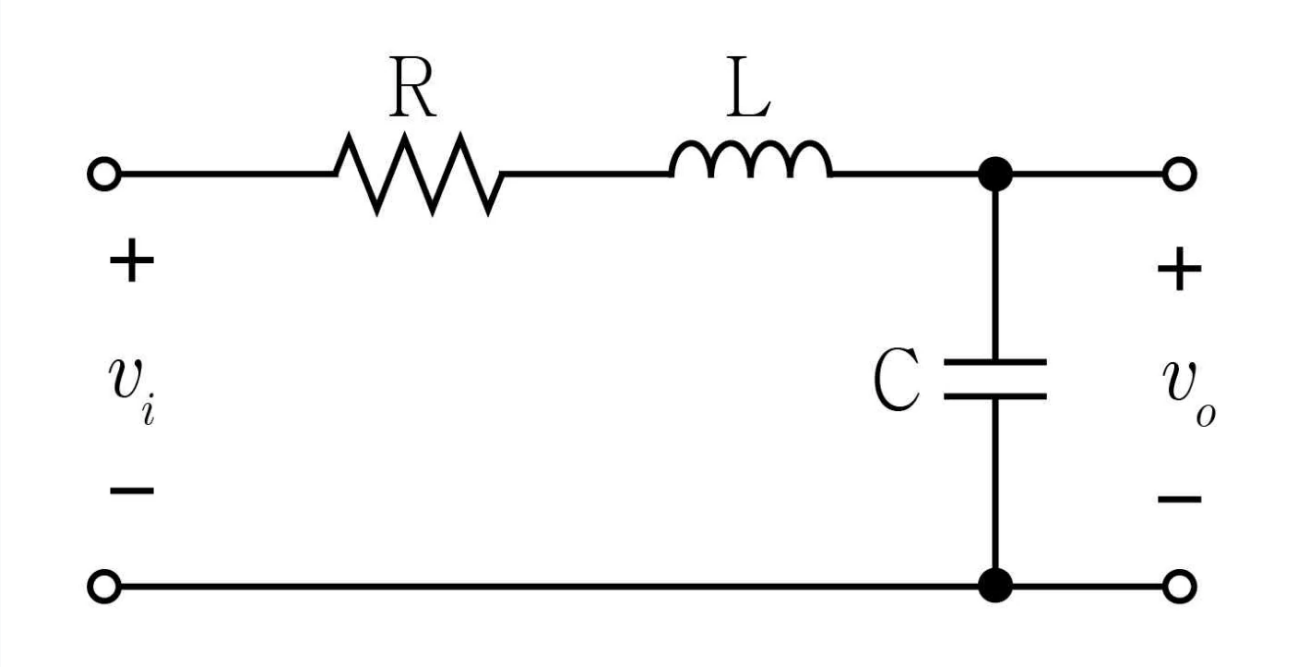
전류의 기준 방향: 세 가지는 위쪽과 아래쪽의 같은 두 노드에 연결되어 있다. 위쪽 노드를 기준으로 보면 왼쪽의 1 A와 가운데의 2 A는 모두 유입 전류이다. 오른쪽의 I_1도 그림의 화살표에 따라 위쪽 노드로 유입되는 방향을 양으로 잡는다.

전류 방정식: 키르히호프의 전류 법칙에 따라 한 노드에서 **유입 전류의 합과 유출 전류의 합은 같다**. 따라서 유입 방향을 양으로 정한 전류의 대수합은 0이며, 전류를 A 단위로 쓰면 $1 + 2 + I_1 = 0$이다. 이를 풀면 $I_1 = -(1 + 2) = -3\text{A}$이다.

부호의 의미: 음수는 실제 전류가 **설정한 기준 방향과 반대로** 흐른다는 뜻이다. 오른쪽 가지에는 아래쪽으로 3 A가 흘러 위쪽 노드로 들어오는 총 3 A를 내보낸다. 따라서 구하는 전류는 −3 A로, ③에 해당한다.

NoteBase

문 3. 그림의 회로에서 공진주파수[Hz]는?



① $\frac{1}{\sqrt{LC}}$
② $\frac{1}{LC}$
③ $\frac{1}{2\pi LC}$
④ $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

정답 4번

간단한 해설

직렬 RLC 회로는 **유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스가 같을 때** 공진한다. 공진 각주파수는 $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$이고, 이를 Hz로 나타내면 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$이다.

NoteBase

공통 해설

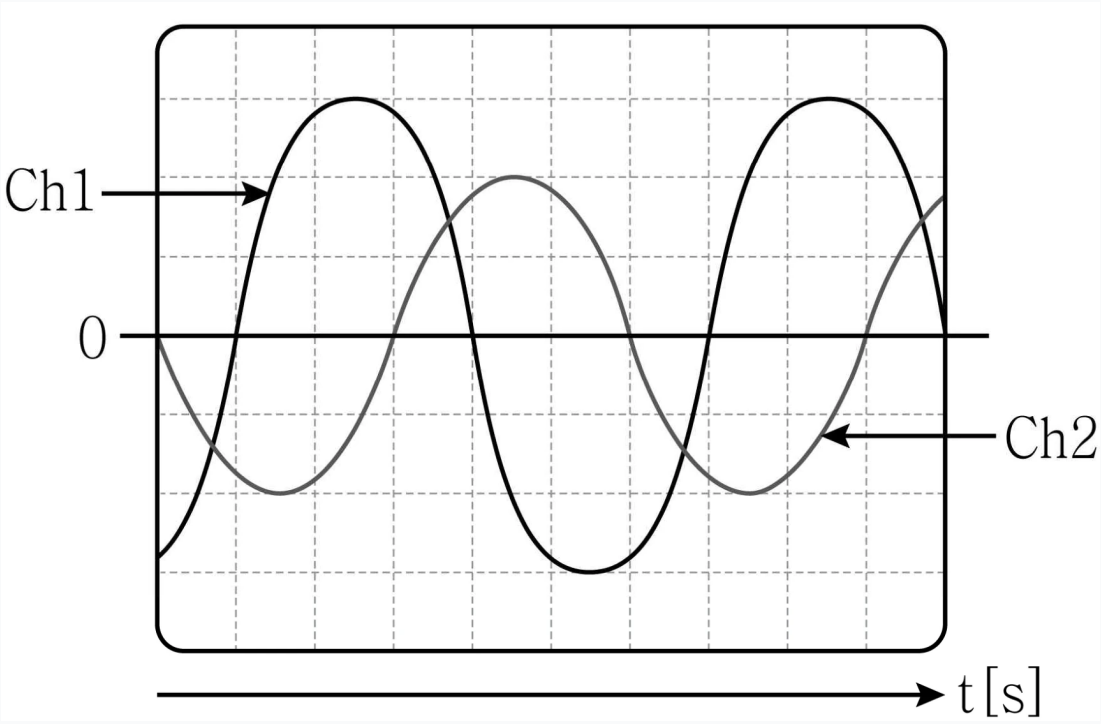
그림에서 입력 전류는 저항 R, 코일 L, 커패시터 C를 차례로 흐르므로 직렬 RLC 회로이다. L은 인덕턴스[H], C는 정전용량[F]이며, 이상적인 소자로 이루어진 직렬 회로의 공진은 **유도성·용량성 리액턴스가 서로 상쇄되는 상태**이다.

각주파수를 ω라 하면 유도성 리액턴스는 $X_L = \omega L$, 용량성 리액턴스의 크기는 $X_C = \frac{1}{\omega C}$이다. 공진 조건 $\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$에서 $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$이므로, 공진 각주파수는 $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ [rad/s]이다. 이때 두 리액턴스의 합은 0이 되어 입력 임피던스에는 저항 R만 남는다.

문제는 각주파수가 아니라 **Hz 단위의 주파수**를 묻는다. $\omega_0 = 2\pi f_0$이므로 공진주파수는 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ [Hz]이다. 따라서 분모에는 LC의 제곱근과 각주파수를 주파수로 바꾸는 계수 2π가 모두 들어가야 한다.

NoteBase

문 4. 그림의 Ch1 파형과 Ch2 파형에 대한 설명으로 옳은 것은?



① Ch1 파형이 Ch2 파형보다 위상은 앞서고, 주파수는 높다.

② Ch1 파형이 Ch2 파형보다 위상은 앞서고, 주파수는 같다.

③ Ch1 파형이 Ch2 파형보다 위상은 뒤지고, 진폭은 크다.

④ Ch1 파형이 Ch2 파형보다 위상은 뒤지고, 진폭은 같다.

정답 2번

간단한 해설

Ch1은 Ch2보다 같은 방향의 영점 통과와 최댓값이 더 왼쪽에 나타나므로 **위상이 앞선다**. 두 파형은 한 주기의 가로 길이가 같으므로 **주파수도 같다**.

NoteBase

선지별 해설

시간은 오른쪽으로 증가하므로, 두 파형이 같은 상태에 도달하는 시점을 비교하면 위상의 앞섬과 뒤짐을 알 수 있다. 주기는 한 파형이 같은 상태로 되돌아오는 데 걸리는 시간이며, 주파수는 주기의 역수이다. 진폭은 0선을 기준으로 최댓값까지의 세로 높이이다.

① X: Ch1의 최댓값이 Ch2의 최댓값보다 왼쪽에 있으므로 위상이 앞선다는 부분은 맞다. 그러나 각 파형이 0선을 아래에서 위로 통과한 뒤 다시 같은 방향으로 통과하기까지의 가로 길이는 모두 약 6칸이므로 주기가 같다. 따라서 주파수는 더 높은 것이 아니라 **서로 같다**.

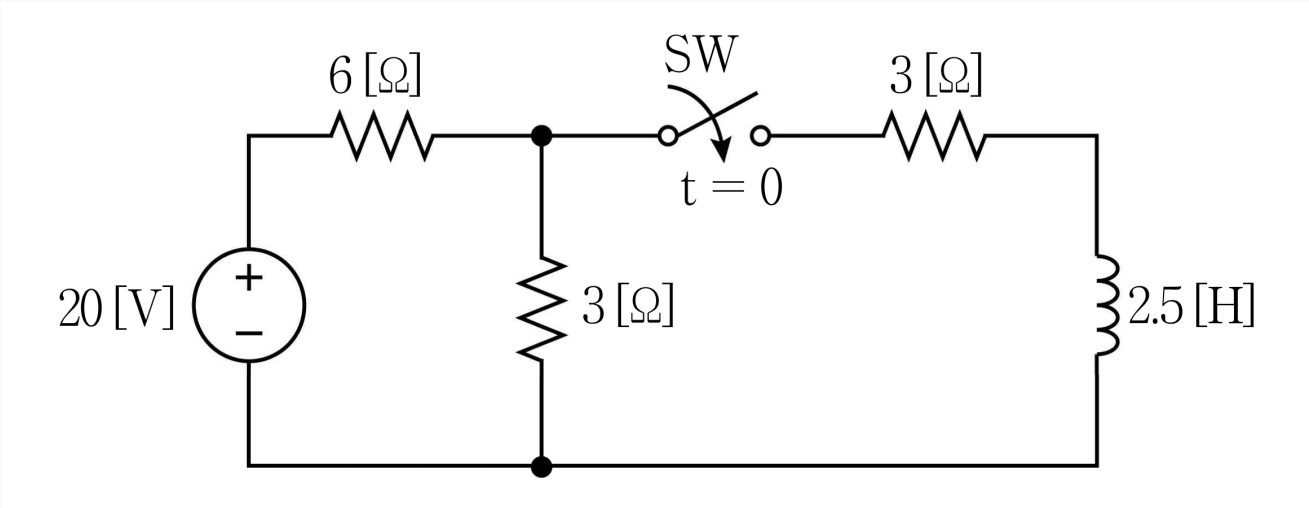
② O: 0선을 아래에서 위로 통과하는 지점을 비교하면 Ch1이 Ch2보다 왼쪽에 있어 **Ch1이 먼저 같은 상태에 도달**한다. 따라서 Ch1의 위상이 Ch2보다 앞선다. 두 파형은 한 주기가 모두 약 6칸이므로 주파수도 같다.

③ X: Ch1은 같은 방향의 영점 통과 시점이 더 빠르므로 위상이 뒤지는 것이 아니라 **앞선다**. 0선에서 최댓값까지의 높이는 Ch1이 약 3칸, Ch2가 약 2칸이므로 진폭이 더 크다는 부분은 맞다.

④ X: Ch1은 Ch2보다 같은 상태에 먼저 도달하므로 위상이 앞선다. 또한 0선에서 최댓값까지의 높이가 Ch1은 약 3칸, Ch2는 약 2칸이므로 진폭은 같은 것이 아니라 **Ch1이 더 크다**.

NoteBase

문 5. 그림의 회로에서 t = 0일 때, 스위치 SW를 닫았다. 시정수 τ [s]는?



① $\frac{1}{2}$
② $\frac{2}{3}$
③ 1
④ 2

정답 1번

간단한 해설

RL 회로의 시정수는 인덕턴스를 **인덕터에서 바라본 등가저항**으로 나눈 값이다. 전압원을 단락하고 SW를 닫은 상태에서 이 저항은 5 Ω이므로, $\tau = \frac{2.5}{5} = 0.5$s이다.

계산 과정

시정수의 기준: 스위치를 닫은 뒤 회로에는 인덕터 하나와 저항들이 있으므로 1차 RL 회로의 시정수 $\tau = \frac{L}{R_{eq}}$를 적용한다. 여기서 L은 인덕턴스이고, R_{eq}는 독립 전원을 제거한 회로에서 인덕터의 두 단자 사이를 바라본 등가저항이다. 이 값은 전류가 최종값에 가까워지는 빠르기를 결정한다.

등가저항 계산: **SW는 닫은 상태로 두고 20 V의 이상 전압원을 단락**한다. 인덕터를 떼어 낸 두 단자에서 보면, 왼쪽 6 Ω과 가운데 3 Ω은 같은 두 접점 사이에 연결되어 병렬이다. 이 병렬 부분의 저항은 $\frac{6 \cdot 3}{6+3} = 2\Omega$이다. 오른쪽 3 Ω은 이 병렬 부분과 직렬이므로 $R_{eq} = 3 + 2 = 5\Omega$이다.

시정수 계산: 그림의 인덕턴스 L = 2.5 H와 등가저항 5 Ω을 대입하면 $\tau = \frac{2.5}{5} = \frac{1}{2}$s이다. 따라서 시정수는 0.5 s이며, 선택지 ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 6. 0.8 지상 역률을 가진 20 [kVA] 단상 부하가 200 [V_{rms}] 전압원에 연결되어 있다. 이 부하에 병렬로 커패시터를 연결하여 역률을 1로 개선하였다. 역률 개선 전과 비교한 역률 개선 후의 실효치 전원 전류는?

① 변화 없음
② $\frac{2}{5}$로 감소
③ $\frac{3}{5}$으로 감소
④ $\frac{4}{5}$로 감소

정답 4번

간단한 해설

병렬 커패시터로 역률을 개선해도 **전압과 유효전력은 일정**하므로, 전원 전류는 역률에 반비례한다. 역률이 0.8에서 1로 커지면 전원 전류는 100 A에서 80 A로 줄어 개선 전의 $\frac{4}{5}$가 된다.

계산 과정

단상 교류 회로에서 피상전력은 $S = VI$, 유효전력은 $P = VI\cos\phi$이다. 여기서 V와 I는 전압과 전류의 실효치이고, $\cos\phi$는 역률이다.

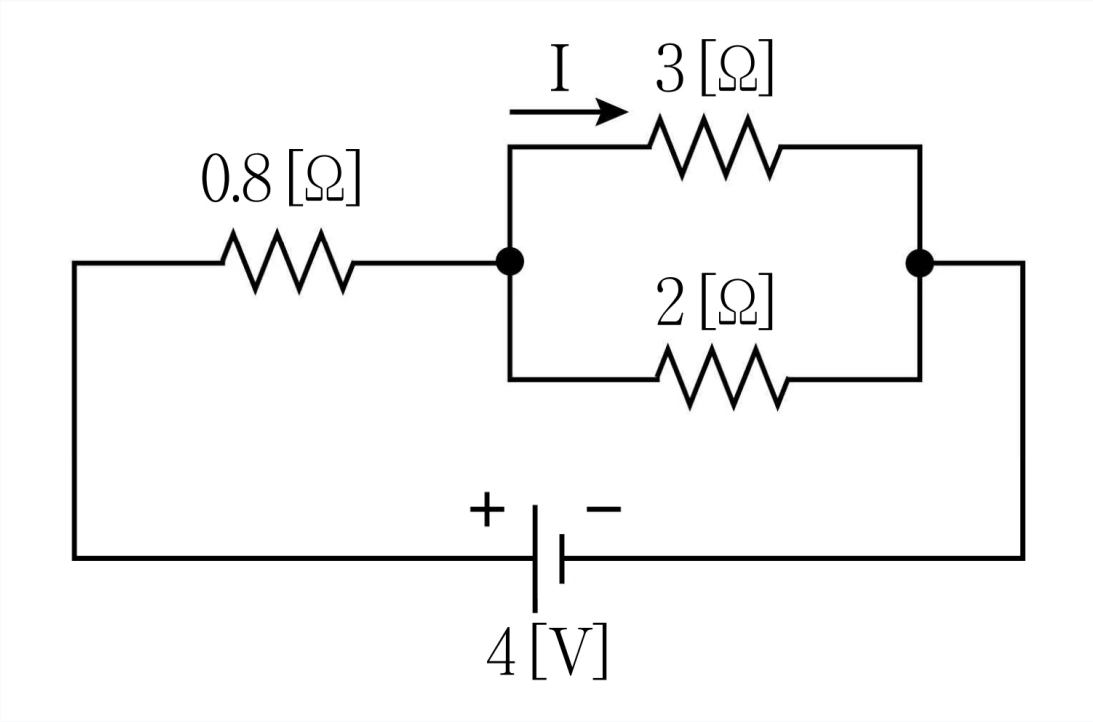
개선 전 전원 전류: 피상전력이 20 kVA = 20,000 VA이고 전압이 200 V이므로 $I_1 = \frac{20000}{200} = 100\text{A}$이다. 이때 부하의 유효전력은 $20 \times 0.8 = 16$ kW이다.

개선 후 전원 전류: 병렬 커패시터는 진상 무효전력을 공급하여 부하의 지상 무효전력을 상쇄한다. 이상적인 커패시터는 유효전력을 소비하지 않고 부하에 걸리는 전압도 그대로이므로, **유효전력은 16 kW로 유지**된다. 역률이 1이면 전원이 유효전력만 공급하므로 $I_2 = \frac{16000}{200 \cdot 1} = 80\text{A}$이다.

전류의 비: $\frac{I_2}{I_1} = \frac{80}{100} = \frac{4}{5}$이다. 따라서 개선 후 실효치 전원 전류는 개선 전의 $\frac{4}{5}$로 감소하며, ④에 해당한다.

NoteBase

문 7. 그림의 회로에서 3[Ω]에 흐르는 전류 I[A]는?



① 0.4

② 0.8

③ 1.2

④ 2

정답 2번

간단한 해설

3 Ω과 2 Ω은 **병렬 연결이므로 양단 전압이 같다**. 이 병렬 부분의 전압은 2.4 V이므로, 3 Ω에 흐르는 전류는 $I = \frac{2.4}{3} = 0.8\text{A}$이다.

NoteBase

계산 과정

회로는 0.8 Ω 저항과, 3 Ω·2 Ω의 병렬 부분이 직렬로 연결된 구조이다. 전원은 4 V이며, 구할 값 I는 위쪽 3 Ω 저항에 왼쪽에서 오른쪽으로 흐르는 전류이다.

병렬 합성저항: 3 Ω과 2 Ω은 같은 두 접점 사이에 연결되어 있다. 병렬저항은 저항의 역수를 더하므로 합성저항은 $R_{\mathrm{p}} = \frac{3 \cdot 2}{3+2} = 1.2\Omega$이다.

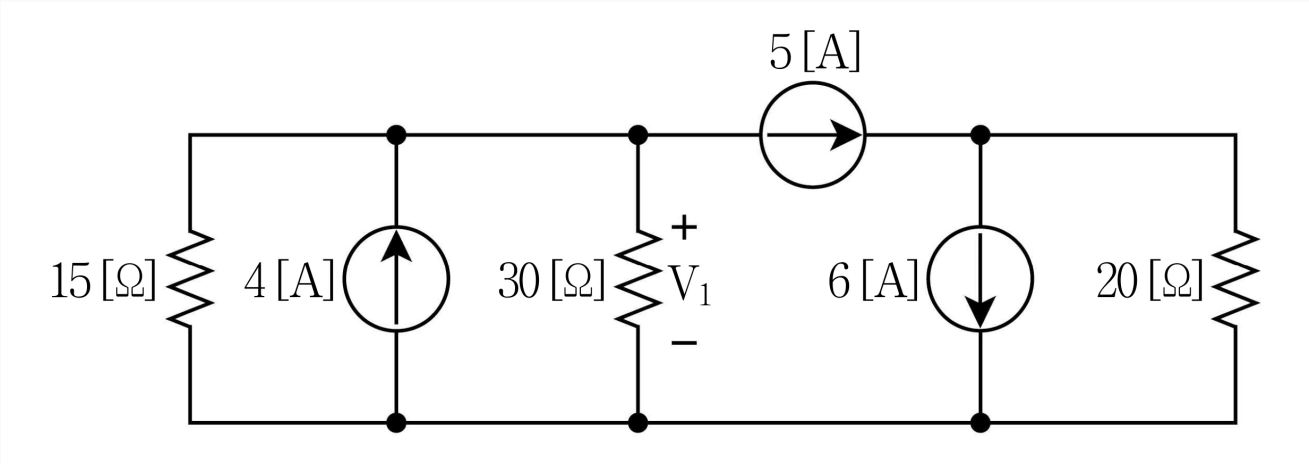
전체 전류: 0.8 Ω과 병렬 합성저항 1.2 Ω은 직렬이므로 전체 저항은 0.8 + 1.2 = 2 Ω이다. 옴의 법칙에 따라 전원에서 나오는 전체 전류는 $I_{\mathrm{T}} = \frac{4}{2} = 2\mathrm{A}$이다. 이는 **두 병렬 가지로 나뉘기 전의 전류**이다.

병렬 부분의 전압: 전체 전류 2 A가 0.8 Ω 저항을 지나므로 이 저항의 전압강하는 $2 \times 0.8 = 1.6$ V이다. 따라서 병렬 부분에 걸리는 전압은 4 − 1.6 = 2.4 V이다. 병렬로 연결된 두 저항의 **양단 전압은 모두 2.4 V**이다.

3 Ω의 전류: 3 Ω 저항에 옴의 법칙을 적용하면 $I = \frac{2.4}{3} = 0.8\mathrm{A}$이다. 전류 방향은 그림의 화살표와 같으며, 이 값은 ②의 0.8 A에 해당한다.

NoteBase

문 8. 그림의 회로에서 30[Ω]의 양단전압 $V_1[V]$은?



① −10

② 10

③ 20

④ −20

정답 1번

간단한 해설

왼쪽 위 접점에서 전류원으로 빠져나가는 전류가 들어오는 전류보다 1 A 크므로, 두 병렬저항의 전류는 **아래에서 위로** 흐른다. 병렬 합성저항이 10 Ω이므로 그림의 극성으로 잰 전압은 −10 V이다.

NoteBase

계산 과정

아래쪽 공통 도선을 기준 전위 0 V로 잡는다. 15 Ω과 30 Ω은 위아래 접점을 공유하는 **병렬 연결**이므로 양단전압이 같다. 그림에서 V_1은 위쪽이 +, 아래쪽이 −이므로 왼쪽 위 접점의 전위가 곧 V_1이다.

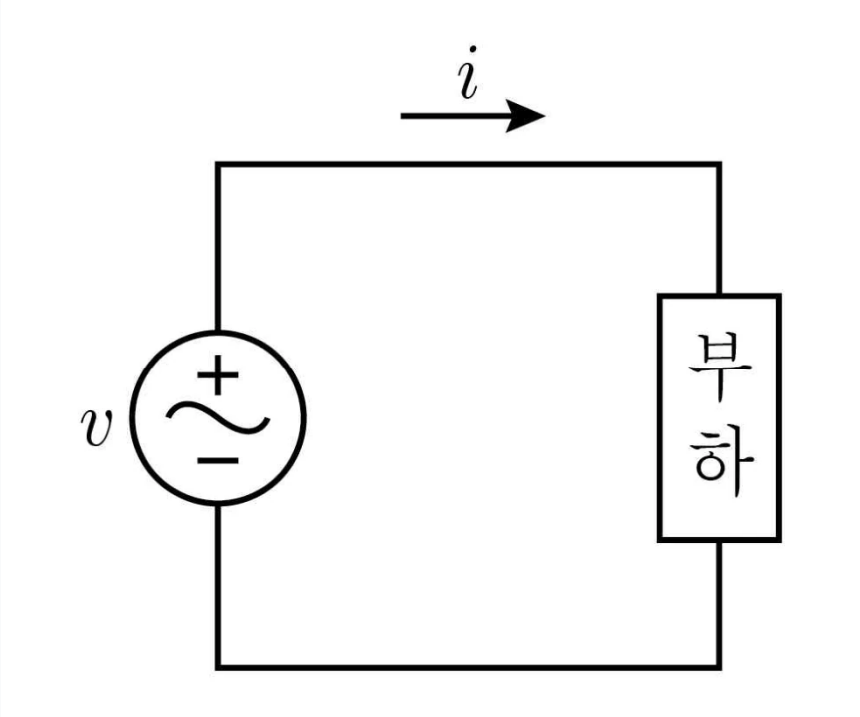
왼쪽 위 접점에는 4 A 전류원이 전류를 공급하고, 위쪽의 5 A 전류원은 오른쪽으로 전류를 내보낸다. 따라서 키르히호프 전류법칙에 따라 두 저항을 통해 아래쪽으로 흐르는 전류의 합은 4 − 5 = −1 A이다. 음수는 실제로는 **아래쪽에서 위쪽으로 합계 1 A가 유입됨**을 뜻한다. 오른쪽의 6 A 전류원과 20 Ω 저항은 5 A 전류원의 오른쪽 접점에 연결되어 있으며, 왼쪽 접점에서 나가는 전류는 5 A로 정해져 있다.

두 병렬저항의 합성저항을 R_{eq}라 하면, $R_{\text{eq}} = \frac{15 \cdot 30}{15 + 30} = 10\Omega$이다. 저항의 위쪽에서 아래쪽을 전류의 양의 방향으로 잡았으므로, 위쪽 + · 아래쪽 − 전압에는 옴의 법칙 $V_1 = R_{\text{eq}} I$를 그대로 적용한다.

따라서 $V_1 = 10 \cdot (-1) = -10\text{V}$이다. 이는 30 Ω 저항의 위쪽 전위가 아래쪽보다 10 V 낮다는 뜻이며, 선택지 ①의 −10 V에 해당한다.

NoteBase

문 9. 그림의 회로에서 $v = 200\sqrt{2}\sin(120\pi t)$ [V]의 전압을 인가하면 $i = 10\sqrt{2}\sin(120\pi t - \frac{\pi}{3})$ [A]의 전류가 흐른다. 회로에서 소비전력[kW]과 역률[%]은?



① 소비전력: 4, 역률: 86.6

② 소비전력: 1, 역률: 86.6

③ 소비전력: 4, 역률: 50

④ 소비전력: 1, 역률: 50

정답 4번

간단한 해설

전압과 전류의 위상차가 $\frac{\pi}{3}$이므로 **역률은 50%**이다. 실효값 200 V와 10 A에 역률을 곱하면 소비전력은 1 kW이다.

NoteBase

계산 과정

실효값: 정현파의 실효값은 **최댓값을 $\sqrt{2}$로 나눈 값**이다. 주어진 전압과 전류의 최댓값은 각각 $200\sqrt{2}$ V, $10\sqrt{2}$ A이므로 전압 실효값은 $V = \frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 200\text{V}$, 전류 실효값은 $I = \frac{10\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 10\text{A}$이다.

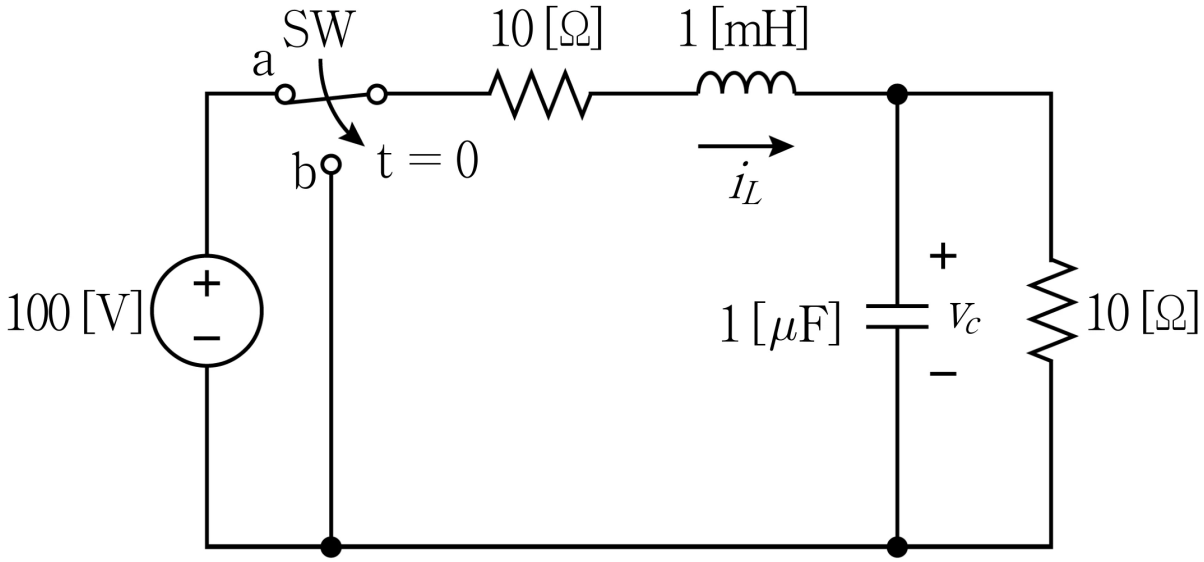
위상차와 역률: 전압과 전류는 각주파수가 120π rad/s로 같은 정현파이며, 전류가 전압보다 $\frac{\pi}{3}$ rad, 즉 60° 늦는다. 이때 역률은 전압과 전류의 위상차 φ의 코사인값이므로 $\cos\varphi = \cos\frac{\pi}{3} = 0.5$이다. 백분율로 나타내면 $0.5 \times 100 = 50\%$이다.

소비전력: 소비전력 P는 순간전력의 한 주기 평균인 유효전력이다. 같은 주파수의 정현파 전압과 전류에서는 **실효값의 곱에 역률을 곱해** 구하므로 $P = VI\cos\varphi$를 적용한다. 실효값의 곱 $200 \times 10 = 2{,}000$ VA는 피상전력이며, 여기에 역률 0.5를 곱하면 $\text{P} = 200 \times 10 \times 0.5 = 1{,}000\ \text{W} = 1$ kW이다.

따라서 소비전력 1 kW와 역률 50%의 조합은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 10. 그림의 회로에서 스위치 SW가 충분히 긴 시간 동안 접점 a에 연결되어 있다. t = 0에서 접점 b로 이동한 직후의 인덕터와 커패시터에 저장된 에너지[mJ]는?



① 인덕터: 12.5, 커패시터: 1.25

② 인덕터: 1.25, 커패시터: 12.5

③ 인덕터: 12.5, 커패시터: 1,250

④ 인덕터: 1,250, 커패시터: 12.5

정답 1번

간단한 해설

스위치 전환 직후에도 **인덕터 전류와 커패시터 전압은 순간적으로 변하지 않는다**. 전환 직전의 전류 5 A와 전압 50 V를 저장 에너지 식에 대입하면 인덕터는 12.5 mJ, 커패시터는 1.25 mJ이다.

NoteBase

계산 과정

전환 직전의 정상상태: 스위치가 a에 충분히 오래 연결되어 있으므로 직류 정상상태이다. 이때 **인덕터는 단락, 커패시터는 개방**으로 취급한다. 따라서 전류는 위쪽 10 Ω 저항과 오른쪽 10 Ω 저항을 차례로 흐르며, 합성저항은 10 + 10 = 20 Ω이다.

초기 전류와 전압: 인덕터 전류는 $i_L(0^-) = \frac{100}{20} = 5\text{A}$이다. 커패시터는 오른쪽 10 Ω 저항과 병렬이므로 두 소자의 전압이 같다. 따라서 커패시터의 위쪽을 양으로 한 전압은 $V_C(0^-) = 5 \cdot 10 = 50\text{V}$이다.

전환 직후의 값: 인덕터 전류와 커패시터 전압은 순간적으로 변하지 않으므로 $i_L(0^+) = i_L(0^-) = 5\text{A}$, $V_C(0^+) = V_C(0^-) = 50\text{V}$이다. b로 전환하면 전원은 나머지 회로에서 분리되지만, **저장 에너지가 전환 순간에 바로 0이 되지는 않는다**. 직후의 에너지는 이 전류와 전압으로 구한다.

인덕터의 저장 에너지: 인덕턴스를 L, 전류를 i_L이라 하면 자기장에 저장된 에너지는 $W_L = \frac{1}{2}Li_L^2$이다. 1 mH = 0.001 H이므로 $W_L = \frac{1}{2} \cdot 0.001 \cdot 5^2$이고, 이는 0.0125 J = 12.5 mJ이다.

커패시터의 저장 에너지: 정전용량을 C, 양단 전압을 V_C라 하면 전기장에 저장된 에너지는 $W_C = \frac{1}{2}CV_C^2$이다. $1\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}$이므로 $W_C = \frac{1}{2} \cdot 10^{-6} \cdot 50^2$이고, 이는 0.00125 J = 1.25 mJ이다.

따라서 전환 직후의 저장 에너지는 인덕터 12.5 mJ, 커패시터 1.25 mJ로, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 11. 선간전압 $200[V_{\text{rms}}]$인 평형 3상 회로의 전체 무효전력이 3,000[Var]이다. 회로의 선전류 실횻값[A]은? (단, 회로의 역률은 80[%]이다)

① $25\sqrt{3}$
② $\frac{75}{4\sqrt{3}}$
③ $\frac{25}{\sqrt{3}}$
④ $300\sqrt{3}$

정답 3번

간단한 해설

역률이 0.8이면 전압과 전류의 위상차 φ에 대해 $\sin\varphi = 0.6$이다. **평형 3상의 전체 무효전력** 관계 $Q = \sqrt{3}V_L I_L \sin\varphi$를 적용하면 선전류의 실효값은 $\frac{25}{\sqrt{3}}$A이다.

계산 과정

선간전압의 실효값은 $V_L = 200$V, 전체 무효전력은 Q = 3,000 var, 역률은 80% = 0.8이다. 구할 값은 선전류의 실효값 I_L이다.

역률은 각 상의 전압과 전류 사이 위상차 φ의 코사인값이므로 $\cos\varphi = 0.8$이다. 무효전력 계산에는 **위상차의 사인값**이 필요하며, 주어진 양의 무효전력에 대해 $\sin\varphi = \sqrt{1 - 0.8^2} = 0.6$이다.

평형 3상에서는 각 상의 무효전력이 같으므로 전체 무효전력은 한 상의 3배이다. 이를 **선간전압과 선전류의 실효값**으로 나타내면 $Q = \sqrt{3}V_L I_L \sin\varphi$이다. 따라서 주어진 전체 무효전력 3,000 var를 이 식에 직접 대입한다.

선전류에 대해 정리하면 $I_L = \frac{Q}{\sqrt{3}V_L \sin\varphi}$이다. 수치를 대입하면 $I_L = \frac{3{,}000}{\sqrt{3}\cdot 200 \cdot 0.6} = \frac{25}{\sqrt{3}}$A이다.

계산한 선전류는 $\frac{25}{\sqrt{3}}$A로, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 12. 비정현파 전압 $v = 3 + 4\sqrt{2}\sin\omega t$ [V]에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 실횻값은 5[V]이다.

② 직류성분은 7[V]이다.

③ 기본파 성분의 최댓값은 4[V]이다.

④ 기본파 성분의 실횻값은 0[V]이다.

정답 1번

간단한 해설

직류성분과 정현파 성분이 함께 있을 때 전체 실횻값은 **각 성분의 실횻값을 제곱하여 더한 뒤 제곱근을 취한 값**이다. 직류성분은 3 V, 정현파 성분의 실횻값은 4 V이므로 전체 실횻값은 $\sqrt{3^2 + 4^2} = 5\text{V}$이다.

선지별 해설

① O: 실횻값은 전압을 제곱한 값의 한 주기 평균에 제곱근을 취한 것이다. 주어진 전압은 직류 3 V와 최댓값이 $4\sqrt{2}\text{V}$인 정현파의 합이다. 정현파의 실횻값은 최댓값의 $\frac{1}{\sqrt{2}}$배이므로 4 V이다. 한 주기 동안 정현파의 평균이 0이어서 제곱 전개에서 두 성분의 교차항 평균도 0이 된다. 따라서 **전체 실횻값의 제곱은 각 성분의 실횻값 제곱의 합**이며, $V = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\text{V}$이다.

② X: 직류성분은 전압의 **한 주기 평균값**이다. $\sin\omega t$의 한 주기 평균은 0이므로 상수항만 남아 직류성분은 3 V이다. 7 V가 아니다.

③ X: 기본파 성분은 주어진 전압에서 각주파수가 ω인 $4\sqrt{2}\sin\omega t$이다. 정현파에서 사인함수 앞의 계수가 진폭이므로 기본파 성분의 최댓값은 $4\sqrt{2}\text{V}$이다. **4 V는 최댓값이 아니라 실횻값**이다.

④ X: 기본파 성분의 실횻값은 $V_1 = \frac{4\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 4\text{V}$이다. 정현파는 양과 음의 값이 상쇄되어 **평균값은 0이지만 실횻값은 0이 아니다**. 실횻값은 제곱한 값의 평균을 이용하므로 양과 음이 상쇄되지 않는다.

NoteBase

문 13. 어떤 코일에 0.2초 동안 전류가 2[A]에서 4[A]로 변화하였을 때 4[V]의 기전력이 유도되었다. 코일의 인덕턴스[H]는?

① 0.1

② 0.4

③ 1

④ 2.5

정답 2번

간단한 해설

유도기전력의 크기는 인덕턴스와 **전류의 시간당 변화량**의 곱이다. 전류 변화율이 10 A/s이므로, 4 V의 기전력을 유도하는 코일의 인덕턴스는 0.4 H이다.

계산 과정

코일의 전류가 변하면 자기선속도 변하여 자기유도 기전력이 생긴다. 인덕턴스 L이 일정할 때, 유도기전력의 크기 E는 $E = L\frac{|\Delta i|}{\Delta t}$로 계산한다. 여기서는 기전력의 방향이 아니라 **크기 4 V**를 이용한다.

전류는 0.2초 동안 2 A에서 4 A로 증가했으므로 변화량은 4 − 2 = 2 A이다. 따라서 전류 변화율은 $\frac{|\Delta i|}{\Delta t} = \frac{2}{0.2} = 10\text{A/s}$이다. 이는 해당 구간에서 전류가 **1초당 평균 10 A 증가**하는 비율이라는 뜻이다.

인덕턴스는 기전력의 크기를 전류 변화율로 나누어 구한다. $L = \frac{E}{|\Delta i|/\Delta t} = \frac{4}{10} = 0.4\text{H}$이다. 따라서 코일의 인덕턴스는 0.4 H이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 14. 전자유도현상에 대한 설명이다. ㉠과 ㉡에 해당하는 것은?

(㉠)은 전자유도에 의해 코일에 발생하는 유도기전력의 방향은 자속의 증가 또는 감소를 방해하는 방향으로 발생한다는 법칙이고, (㉡)은 전자유도에 의해 코일에 발생하는 유도기전력의 크기는 코일과 쇄교하는 자속의 변화율에 비례한다는 법칙이다.

① ㉠: 플레밍의 왼손 법칙 ㉡: 플레밍의 오른손 법칙

② ㉠: 플레밍의 왼손 법칙 ㉡: 패러데이의 법칙

③ ㉠: 렌츠의 법칙 ㉡: 플레밍의 오른손 법칙

④ ㉠: 렌츠의 법칙 ㉡: 패러데이의 법칙

정답 4번

간단한 해설

자속의 증가·감소를 방해하도록 유도기전력의 **방향**을 정하는 것은 렌츠의 법칙이다. 유도기전력의 **크기**가 쇄교자속의 변화율에 비례한다는 것은 패러데이의 법칙이다.

빈칸별 해설

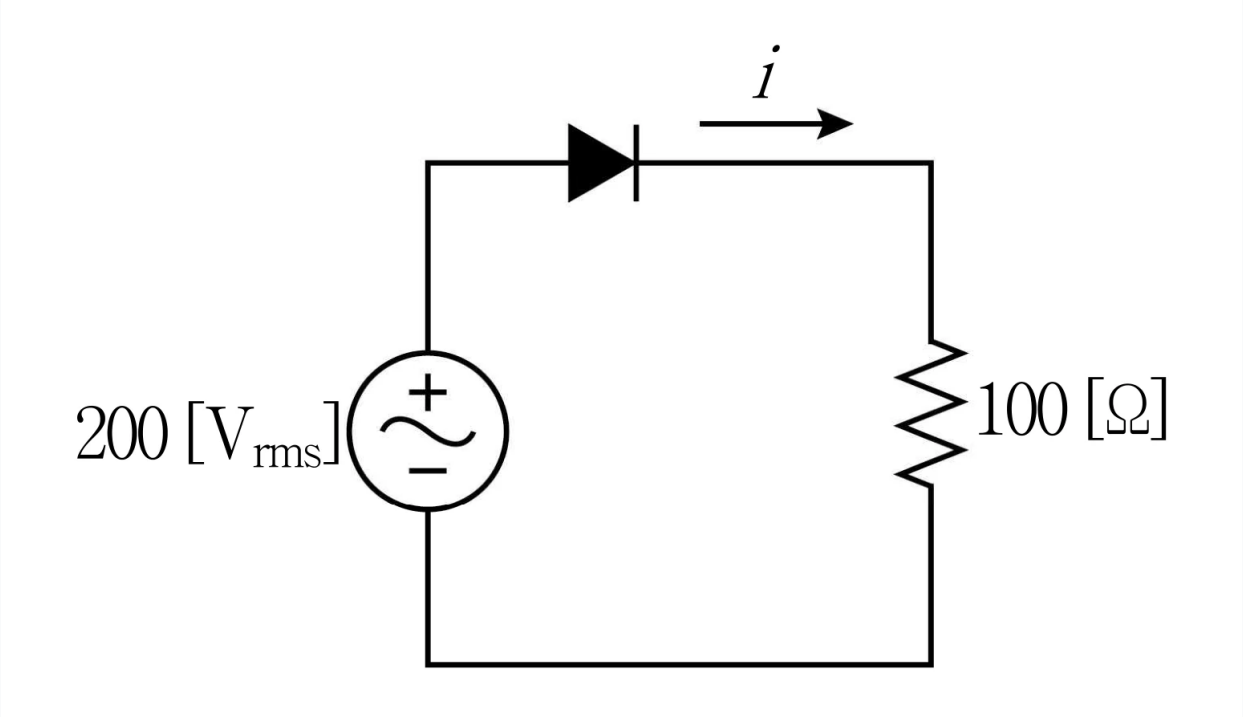
㉠ 렌츠의 법칙: 유도기전력은 그로 인해 흐르는 전류가 만드는 자속이 **원래 자속의 변화를 방해하는 방향**으로 발생한다. 예를 들어 코일을 통과하는 위쪽 자속이 증가하면 유도전류는 아래쪽 자속을 만들고, 위쪽 자속이 감소하면 위쪽 자속을 만들어 감소를 방해한다. 따라서 자속 자체와 항상 반대 방향인 것은 아니다. 플레밍의 왼손 법칙은 자기장 속 전류가 받는 힘의 방향을 정하는 법칙이므로 이 빈칸에 해당하지 않는다.

㉡ 패러데이의 법칙: 쇄교자속은 코일의 각 감은 부분과 연결된 자속을 합한 양이다. 유도기전력의 크기는 **쇄교자속이 시간에 따라 변하는 비율**에 비례하므로, 같은 쇄교자속 변화가 더 짧은 시간에 일어날수록 유도기전력이 커진다. 플레밍의 오른손 법칙은 도체가 자기장 속에서 운동할 때 유도기전력의 방향을 정하는 법칙이며, 여기서 묻는 크기의 비례 관계는 패러데이의 법칙이다.

㉠은 렌츠의 법칙, ㉡은 패러데이의 법칙이므로 두 빈칸의 조합은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 15. 그림의 회로에 200 [V□□□] 정현파 전압을 인가하였다. 저항에 흐르는 평균전류[A]는? (단, 회로는 이상적이다)



① $\frac{4\sqrt{2}}{\pi}$
② $\frac{4}{\pi}$
③ $\frac{2\sqrt{2}}{\pi}$
④ $\frac{2}{\pi}$

정답 3번

간단한 해설

이상적 다이오드가 한쪽 반주기에만 전류를 흘리므로 저항 전류는 **반파 정류 파형**이다. 최대전류가 $2\sqrt{2}$A이므로 한 주기 평균전류는 $\frac{2\sqrt{2}}{\pi}$A이다.

NoteBase

계산 과정

회로의 동작: 다이오드와 100 Ω 저항이 직렬로 연결되어 있다. 전원 위쪽이 양(+)인 반주기에는 다이오드가 도통하며, 이상적 다이오드의 전압 강하가 0이므로 전원 전압이 그대로 저항에 걸린다. 반대 반주기에는 다이오드가 차단되어 전류가 0이다. 따라서 저항 전류는 한쪽 반주기만 남는 반파 정류 파형이다.

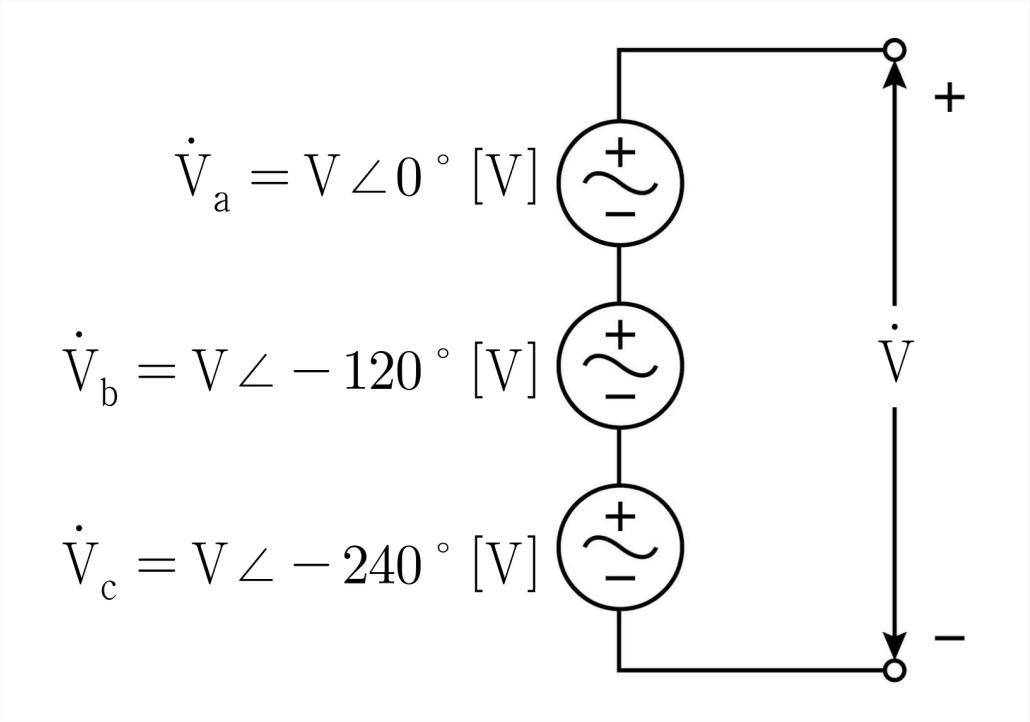
최대전류: 입력 정현파 전압의 실효값이 200 V이므로 최대전압은 $V_m = \sqrt{2} \cdot 200 = 200\sqrt{2}\,\mathrm{V}$이다. 옴의 법칙으로 구한 전류의 최댓값은 $I_m = \frac{200\sqrt{2}}{100} = 2\sqrt{2}\,\mathrm{A}$이다. 이 값은 전류가 흐르는 반주기에서의 파형 꼭대기 높이이다.

한 주기 평균: 위상각을 θ라 하면 도통 구간인 $0 \le \theta \le \pi$에서 $i = I_m \sin\theta$이고, 나머지 반주기에는 i = 0이다. 평균은 **전류가 0인 반주기도 포함한 한 주기**에 대해 구한다. 따라서 $I_{\mathrm{avg}} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} I_m \sin\theta\, d\theta$이다. 적분값이 $2I_m$이므로 $I_{\mathrm{avg}} = \frac{I_m}{\pi}$가 된다.

결과: $I_{\mathrm{avg}} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}\,\mathrm{A}$이므로 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 16. 그림과 같이 3상 회로의 상전압을 직렬로 연결했을 때, 양단 전압 $\dot{V}$ [V]는?



① $0\angle 0^\circ$

② $V\angle 90^\circ$

③ $\sqrt{2}V\angle 120^\circ$

④ $\frac{1}{\sqrt{2}}V\angle 240^\circ$

정답 1번

간단한 해설

크기가 같고 위상이 120°씩 다른 **대칭 3상 전압의 페이저 합은 0**이다. 그림은 세 전압을 같은 극성 방향으로 직렬 연결했으므로 양단 전압은 0 V이다.

NoteBase

공통 해설

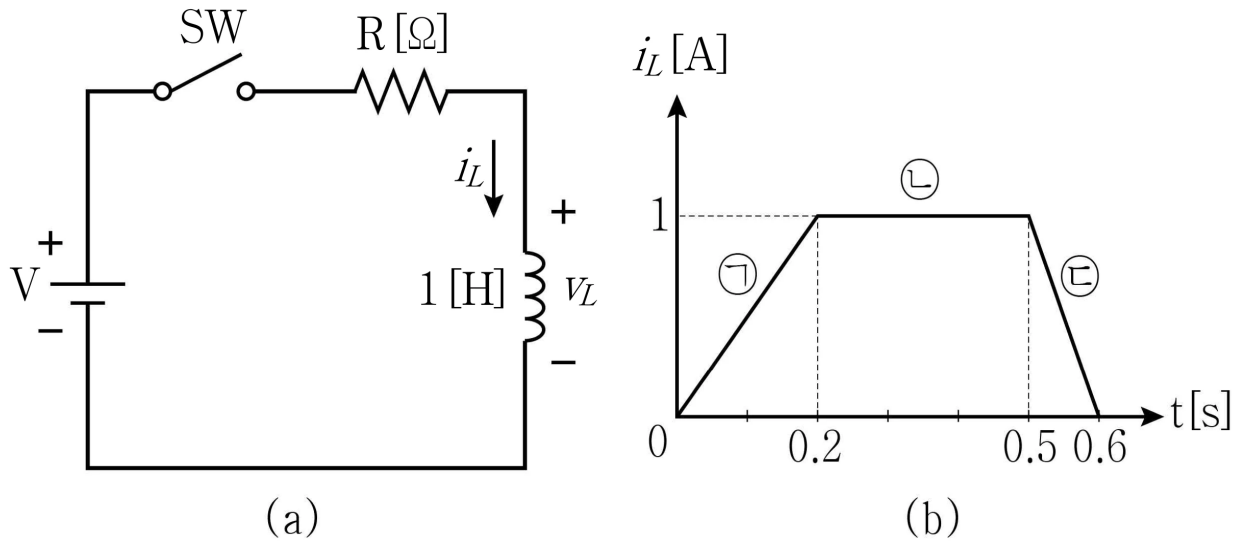
그림의 세 상전압은 크기가 모두 V이고 위상은 각각 0°, −120°, −240°로 120°씩 차이가 나는 대칭 3상 전압이다. 각 전원의 위쪽이 +, 아래쪽이 −이므로, 전체 양단 전압은 **세 상전압의 페이저 합**이다. 즉, $\dot{V} = \dot{V}_a + \dot{V}_b + \dot{V}_c$ 이다.

대칭 3상에서는 크기가 같은 세 전압 벡터가 120° 간격으로 놓인다. 이 벡터들을 차례로 이어 그리면 닫힌 삼각형을 이루므로, $\dot{V}_a + \dot{V}_b + \dot{V}_c = 0$이다. 교류 전압은 크기만 더하는 것이 아니라 위상까지 고려하여 더하므로, 각 상전압이 존재해도 합성 전압은 0 V가 된다.

따라서 양단 전압은 영전압이다. 크기가 0인 페이저는 위상이 정해지지 않으며, 선지의 $0\angle 0^\circ$는 영전압을 나타내는 표기이다.

NoteBase

문 17. 그림 (a)회로에서 스위치 SW의 개폐에 따라 코일에 흐르는 전류 i_L이 그림 (b)와 같이 변화할 때 옳지 않은 것은?



① ㉠구간에서 코일에서 발생하는 유도기전력 v_L은 5[V]이다.

② ㉡구간에서 코일에서 발생하는 유도기전력 v_L은 0[V]이다.

③ ㉢구간에서 코일에서 발생하는 유도기전력 v_L은 10[V]이다.

④ ㉡구간에서 코일에 저장된 에너지는 0.5[J]이다.

정답 3번

간단한 해설

㉢구간에서는 전류가 1 A에서 0 A로 **감소하므로 전류 변화율이 음수**이다. 그림에 표시된 전압 극성을 기준으로 코일 전압은 +10 V가 아니라 **−10 V**이다.

NoteBase

선지별 해설

그림 (a)에서 코일의 인덕턴스는 1 H이고, 전류 i_L은 전압 v_L의 +단자로 들어간다. 이 방향과 극성을 기준으로 코일 전압은 $v_L = L\frac{di_L}{dt}$이다. 그림 (b)의 각 직선 구간에서는 전류-시간 그래프의 기울기 $\frac{\Delta i_L}{\Delta t}$로 전류 변화율을 구한다.

① O: ㉠구간인 0~0.2초에서 전류는 0 A에서 1 A로 증가한다. 따라서 $v_L = 1 \cdot \frac{1-0}{0.2-0} = 5\text{V}$이다.

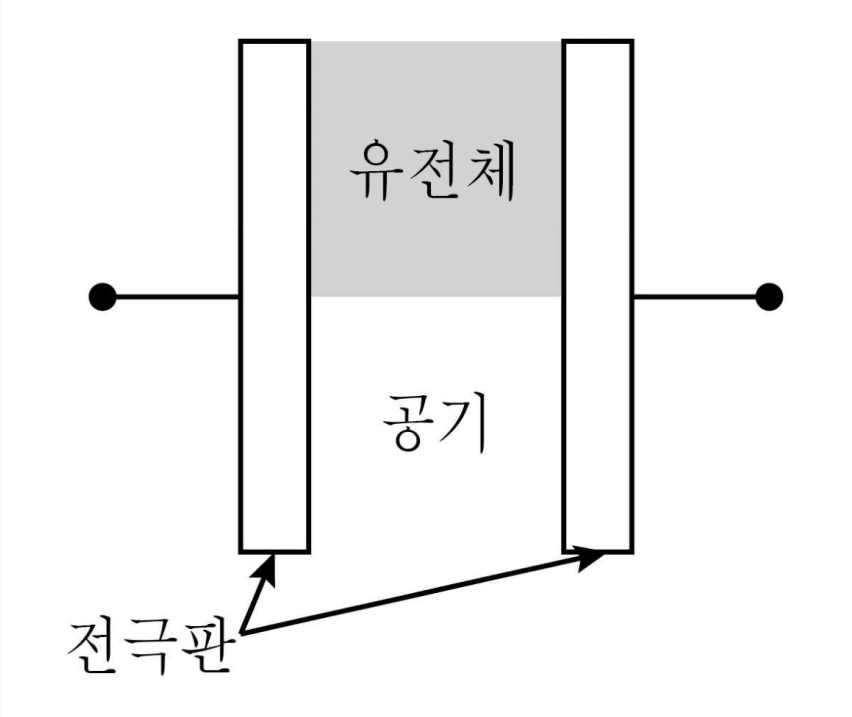
② O: ㉡구간인 0.2~0.5초에서는 전류가 1 A로 일정하다. **전류 변화율이 0**이므로 $v_L = L\frac{di_L}{dt} = 0\text{V}$이다.

③ X: ㉢구간인 0.5~0.6초에서는 전류가 1 A에서 0 A로 감소한다. 따라서 $v_L = 1 \cdot \frac{0-1}{0.6-0.5} = -10\text{V}$이다. 전압의 크기는 10 V이지만, 그림의 극성을 기준으로 한 전압은 **−10 V**로 고쳐야 한다.

④ O: 코일에 저장된 자기 에너지는 $W = \frac{1}{2}Li_L^2$이다. ㉡구간에서는 인덕턴스가 1 H, 전류가 1 A이므로 $W = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1^2 = 0.5\text{J}$이다. 코일 전압이 0이어도 **전류가 흐르면 자기 에너지가 저장**되어 있다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 유전체 절반이 제거된 두 전극판 사이의 정전용량 [μF]은? (단, 두 전극판 사이에 비유전율 $\varepsilon_r = 5$인 유전체로 가득 채웠을 때 정전용량은 10[μF]이며 전극판 사이의 간격은 일정하게 유지된다)



① 5

② 6

③ 9

④ 10

정답 2번

간단한 해설

유전체 부분과 공기 부분은 같은 두 전극판 사이에 있어 **병렬로 연결된 축전기**로 볼 수 있다. 각 부분의 정전용량은 5 μF와 1 μF이므로 합성 정전용량은 6 μF이다.

NoteBase

계산 과정

그림에서 위쪽 절반은 유전체, 아래쪽 절반은 공기로 채워져 있다. 전체 전극판의 면적을 A, 간격을 d라 하면 각 부분의 면적은 $A/2$이고 간격은 모두 d이다. 두 부분에는 **같은 전압이 걸리므로 병렬**로 보고 정전용량을 더한다.

평행판 축전기의 정전용량은 $C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d}$이다. 여기서 ε_0은 진공의 유전율, ε_r은 비유전율이다. 공기의 비유전율을 1로 보면, 같은 면적과 간격에서 정전용량은 비유전율에 비례한다. 따라서 전체가 공기일 때의 정전용량은 $C_0 = \frac{10}{5} = 2\mu\text{F}$이다.

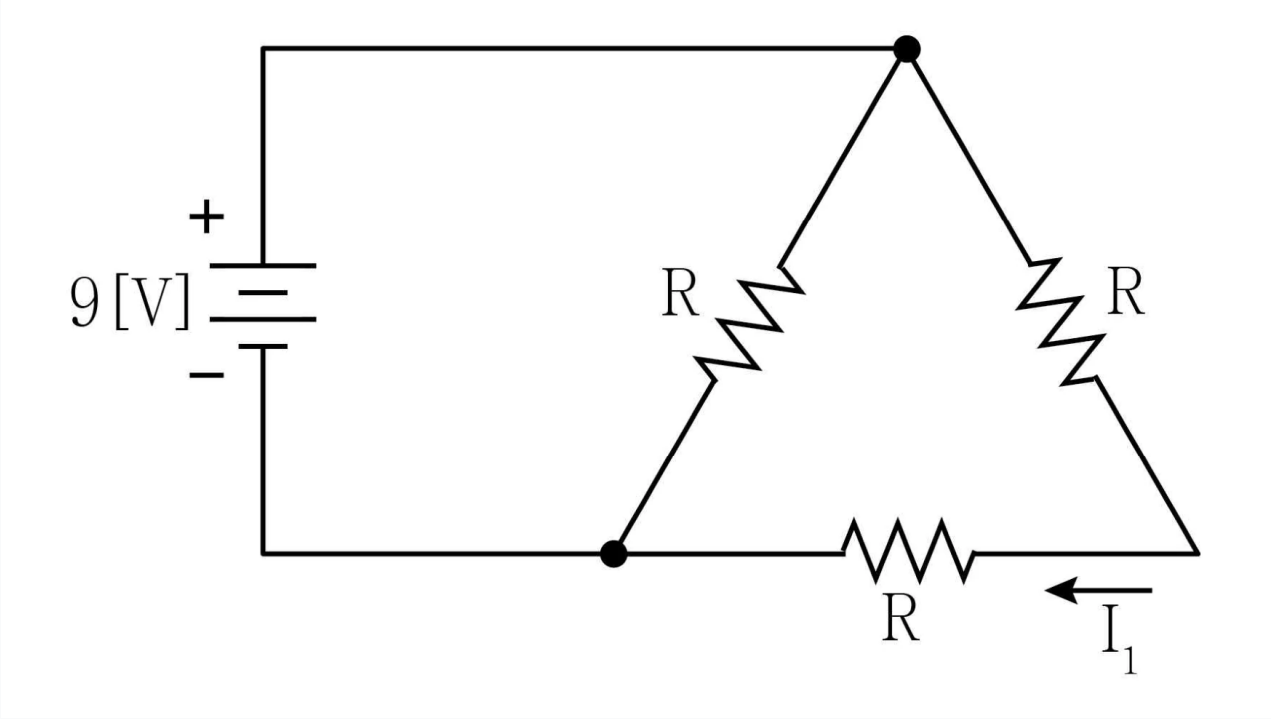
유전체 부분: 간격과 비유전율은 그대로이고 **면적만 절반**이므로, 전체가 유전체일 때의 10 μF를 절반으로 나눈다. $C_\text{d} = \frac{10}{2} = 5\mu\text{F}$이다.

공기 부분: 전체가 공기일 때의 정전용량 2 μF에 면적 비율을 적용한다. $C_\text{a} = \frac{2}{2} = 1\mu\text{F}$이다. 유전체가 제거된 부분도 공기를 사이에 둔 축전기로 작용하므로 정전용량이 0이 되지 않는다.

합성 정전용량은 $C = C_\text{d} + C_\text{a}$이므로 5 + 1 = 6 μF이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 19. 그림의 회로에서 I_1에 흐르는 전류는 1.5[A]이다. 회로의 합성저항[Ω]은?



① 2

② 3

③ 6

④ 9

정답 1번

간단한 해설

오른쪽과 아래쪽 저항은 직렬이어서 1.5 A가 두 저항에 공통으로 흐르며, 이 가지에 9 V가 걸린다. 따라서 각 저항은 3 Ω이고, **3 Ω과 6 Ω의 병렬 연결**인 회로의 합성저항은 2 Ω이다.

NoteBase

계산 과정

회로의 연결: 오른쪽 저항과 아래쪽 저항의 접속점에는 다른 가지가 없으므로 두 저항은 직렬이다. 따라서 두 저항에는 같은 전류 $I_1 = 1.5\text{A}$가 흐르고, 이 가지의 저항은 $R + R = 2R$이다. 왼쪽 저항 R과 이 직렬 가지는 **전원의 두 단자 사이에 병렬로 연결**되어 각각 9 V가 걸린다.

각 저항값: 오른쪽과 아래쪽 저항을 합친 직렬 가지에 옴의 법칙을 적용하면 $2R = \frac{9}{1.5} = 6\Omega$이다. 이는 저항 두 개를 합친 값이므로, 같은 크기인 각 저항 R은 3 Ω이다.

합성저항: 왼쪽 가지는 3 Ω, 오른쪽과 아래쪽을 이은 가지는 6 Ω이다. 병렬 연결에서는 같은 전압에 대한 각 가지 전류가 더해지므로, 두 가지의 합성저항은 저항의 곱을 합으로 나누어 구한다. 따라서 R_합=(3·6)/(3+6)=2 Ω이며, ①의 2 Ω에 해당한다.

NoteBase

문 20. 평형 3상 Y-Y 회로의 선간전압이 $100[\mathrm{V_{rms}}]$이고 한 상의 부하가 $Z_L = 3 + j4[\Omega]$일 때 3상 전체의 유효전력[kW]은?

① 0.4

② 0.7

③ 1.2

④ 2.1

정답 3번

간단한 해설

Y결선에서는 **상전압이 선간전압의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배**이다. 이 상전압과 부하 임피던스로 구한 전류를 이용하면 한 상의 유효전력은 400 W이고, 3상 전체는 1.2 kW이다.

계산 과정

상전압: 평형 Y결선에서는 선간전압이 상전압의 $\sqrt{3}$배이다. 주어진 100 V는 실효값이므로 부하 **한 상에 걸리는 전압의 실효값**은 $V_\phi = \frac{100}{\sqrt{3}}\mathrm{V}$이다.

상전류: 한 상의 부하가 $Z_L = 3 + j4\Omega$이므로 저항 성분은 3 Ω이고, 임피던스의 크기는 $|Z_L| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\Omega$이다. 상전압을 임피던스의 크기로 나누면 상전류의 실효값은 $I_\phi = \frac{100/\sqrt{3}}{5} = \frac{20}{\sqrt{3}}\mathrm{A}$이다.

한 상의 유효전력: 유효전력은 **저항 성분에서 소비하는 평균 전력**이므로, 전류의 실효값과 저항을 이용한 $P_\phi = I_\phi^2 R$를 적용한다. 따라서 $P_\phi = \left(\frac{20}{\sqrt{3}}\right)^2 \cdot 3 = 400\mathrm{W}$이다. 리액턴스 성분은 전류의 크기에 영향을 주지만 평균적으로 전력을 소비하지 않는다.

3상 전체의 유효전력: 평형 부하에서는 각 상의 유효전력이 같으므로 한 상의 값에 3을 곱한다. $3 \times 400 = 1200$ W = 1.2 kW이며, 선택지 ③의 값과 일치한다.

NoteBase