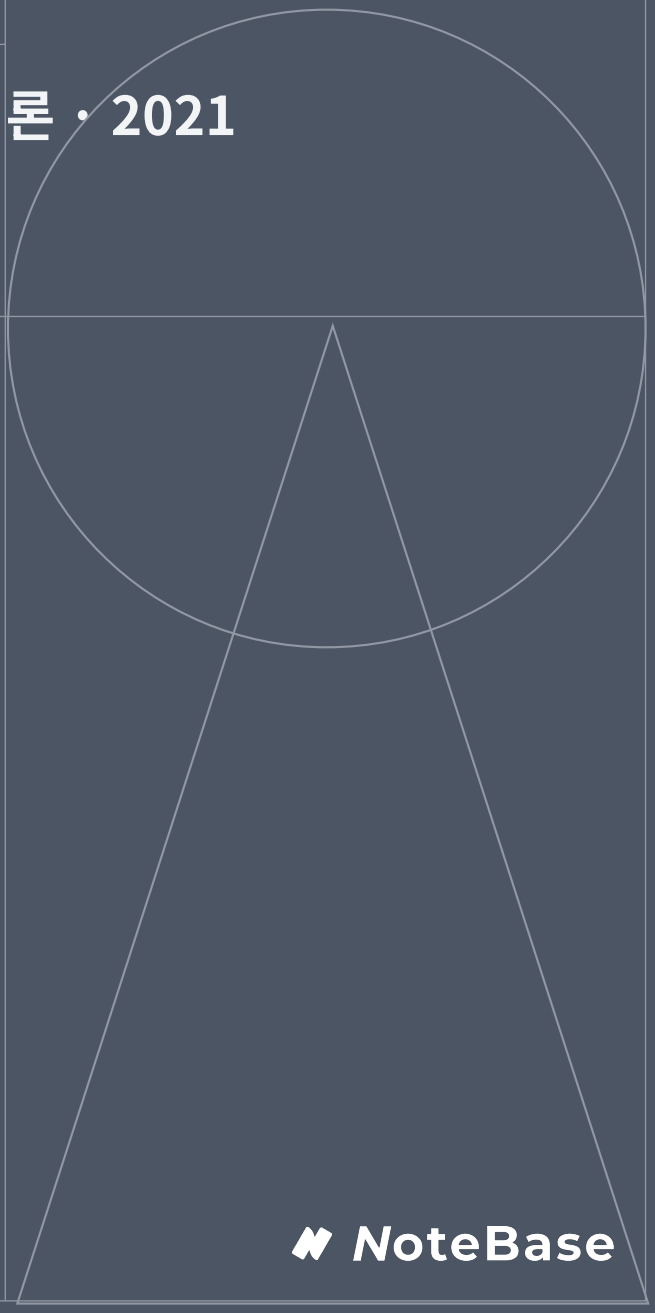
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기이론 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기이론 · 2021

공무원/지방직/9급 · 전기이론 · 2021

문 1. 일반적으로 도체의 전기 저항을 크게 하기 위한 방법으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 도체의 온도를 높인다.
ㄴ. 도체의 길이를 짧게 한다.
ㄷ. 도체의 단면적을 작게 한다.
ㄹ. 도전율이 큰 금속을 선택한다.

① ㄱ, ㄷ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 1번

간단한 해설

일반적인 금속 도체에서는 **온도 상승**으로 비저항이 커진다. 또 재질과 길이가 같으면 **단면적이 작을수록** 저항이 커진다.

NoteBase

보기별 해설

단면적이 일정한 도체의 저항은 $R = \rho\frac{l}{A} = \frac{l}{\sigma A}$이다. 여기서 l은 길이, A는 단면적, ρ는 비저항, σ는 도전율이며, 비저항과 도전율은 서로 역수 관계이다. 각 방법의 효과는 나머지 조건이 같다고 두고 판단한다.

ㄱ. O: 일반적인 금속 도체는 온도가 높아지면 격자 진동이 활발해져 전자의 이동이 더 방해된다. 이에 따라 **비저항이 증가**하므로 저항이 커진다.

ㄴ. X: 저항은 도체의 길이에 비례하므로 길이를 짧게 하면 저항이 작아진다. 저항을 크게 하려면 길이를 **길게 해야 한다**.

ㄷ. O: 저항은 단면적에 반비례한다. 같은 재질과 길이에서 단면적을 작게 하면 전류가 흐를 수 있는 통로가 좁아져 저항이 커진다.

ㄹ. X: 도전율이 클수록 비저항이 작으므로, 같은 길이와 단면적에서는 저항이 작아진다. 저항을 크게 하려면 **도전율이 작은 금속**을 선택해야 한다.

저항을 크게 하는 방법은 ㄱ과 ㄷ이며, 이 조합은 ①에 해당한다.

NoteBase

문 2. 평등 자기장 내에 놓여 있는 직선의 도선이 받는 힘에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 도선의 길이에 반비례한다.

② 자기장의 세기에 비례한다.

③ 도선에 흐르는 전류의 크기에 반비례한다.

④ 자기장 방향과 도선 방향이 평행할수록 큰 힘이 발생한다.

정답 2번

간단한 해설

전류와 자기장 속 도선의 길이, 도선과 자기장이 이루는 각도가 같으면, 도선이 받는 힘은 **자기장의 세기에 비례**한다. 따라서 같은 매질에서 자기장이 강해지면 힘도 그에 비례하여 커진다.

선지별 해설

균일한 자기장 속에서 전류가 흐르는 직선 도선이 받는 힘의 크기는 $F = BIl\sin\theta$이다. 여기서 B는 자속밀도, I는 전류의 크기, l은 자기장 속에 놓인 도선의 길이, θ는 전류 방향과 자기장 방향 사이의 각도이다. 각 조건의 영향을 비교할 때는 나머지 조건을 일정하게 둔다.

① X: 힘의 크기는 도선의 길이에 반비례하는 것이 아니라 **비례**한다. 같은 자기장 속에서 같은 전류가 흐르는 도선의 길이가 2배가 되면, 각도가 같을 때 힘도 2배가 된다.

② O: 같은 매질에서 자기장의 세기가 커지면 자속밀도 B도 그에 비례하여 커진다. 따라서 전류, 도선의 길이, 각도가 같으면 도선이 받는 힘은 **자기장의 세기에 비례**한다.

③ X: 힘의 크기는 전류의 크기에 반비례하는 것이 아니라 **비례**한다. 전류를 운반하는 전하가 자기력을 받으므로, 다른 조건이 같을 때 전류가 2배가 되면 도선이 받는 힘도 2배가 된다.

④ X: 도선과 자기장 방향이 **수직일 때 힘이 최대**이고, 평행할 때는 힘이 0이다. 수직이면 $\sin 90^\circ = 1$이고, 같은 방향 또는 반대 방향으로 평행하면 $\sin 0^\circ = \sin 180^\circ = 0$이기 때문이다.

NoteBase

문 3. 환상 솔레노이드의 평균 둘레 길이가 50 [cm], 단면적이 1 [cm^2], 비 투자율 $\mu_r = 1,000$이다. 권선수가 200회인 코일에 1 [A]의 전류를 흘렸을 때, 환상 솔레노이드 내부의 자계 세기[AT/m]는?

① 40

② 200

③ 400

④ 800

정답 3번

간단한 해설

환상 솔레노이드의 자계 세기는 **기자력을 평균 자기 경로 길이로 나눈 값**으로, $H = \frac{NI}{\ell}$이다. 평균 둘레 50 cm를 0.50 m로 바꾸어 계산하면 400 AT/m이다.

계산 과정

환상 솔레노이드 내부의 자계 세기 H를 평균 자기 경로에서 일정하다고 보면, 암페어의 주회 법칙에 따라 $H\ell = NI$가 성립한다. 여기서 N은 권선수, I는 코일 전류, ℓ은 평균 자기 경로 길이이므로, $H = \frac{NI}{\ell}$로 계산한다.

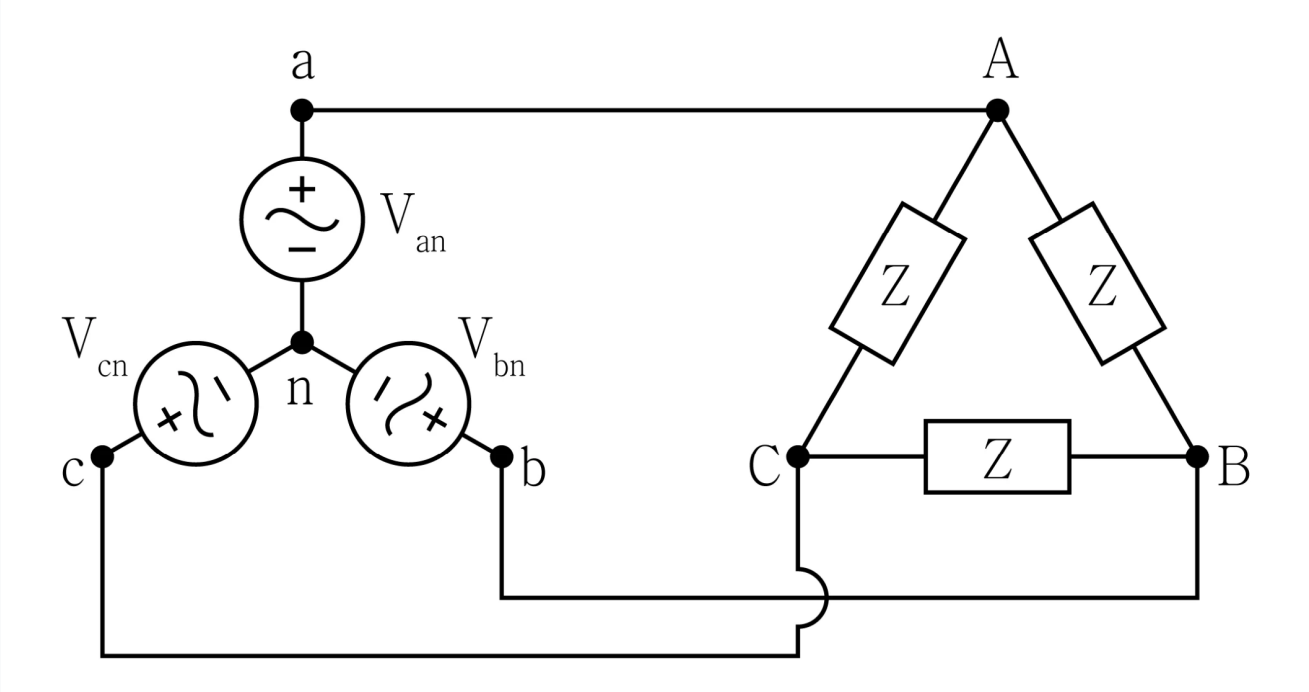
평균 자기 경로 길이는 주어진 평균 둘레이므로 **50 cm = 0.50 m**로 환산한다. 권선수 N = 200회, 전류 I = 1 A이므로 기자력은 NI = 200 × 1 = 200 AT이다. 기자력은 코일이 자계를 만드는 작용의 크기를 나타낸다.

구하는 양은 **자속 밀도가 아니라 자계 세기**이다. 위 관계에서 자계 세기는 기자력과 자기 경로 길이로 결정되므로, 주어진 단면적 1 cm^2와 비투자율 1,000은 이 계산에 대입하지 않는다.

따라서 $H = \frac{200 \cdot 1}{0.50} = 400$AT/m이다. 이는 평균 자기 경로 1 m당 기자력이 400 AT라는 뜻이며, 선택지 ③의 400에 해당한다.

NoteBase

문 4. 그림과 같은 평형 3상 회로에서 $V_{an} = V_{bn} = V_{cn} = \frac{200}{\sqrt{3}}$ [V], $Z = 40 + j30$ [Ω]일 때, 이 회로에 흐르는 선전류[A]의 크기는? (단, 모든 전압과 전류는 실횻값이다)



① $4\sqrt{3}$

② $5\sqrt{3}$

③ $6\sqrt{3}$

④ $7\sqrt{3}$

정답 1번

간단한 해설

부하는 **Δ결선**이므로 각 임피던스에 선간전압 200 V가 걸려 부하 상전류가 4 A가 된다. 평형 Δ부하의 선전류 크기는 상전류의 $\sqrt{3}$배이므로 $4\sqrt{3}$ A이다.

NoteBase

계산 과정

그림의 전원은 중성점 n을 갖는 Y결선이고, 부하는 세 임피던스 Z가 삼각형으로 연결된 Δ결선이다. 주어진 V_{an}, V_{bn}, V_{cn}은 전원의 상전압 크기이며, 평형 3상에서 선간전압 크기 V_L은 상전압 크기의 $\sqrt{3}$배이다. 따라서 $V_L = \sqrt{3} \cdot \frac{200}{\sqrt{3}} = 200$ V이다. Δ부하의 각 임피던스는 두 선 사이에 연결되므로 **부하 상전압은 선간전압과 같다**.

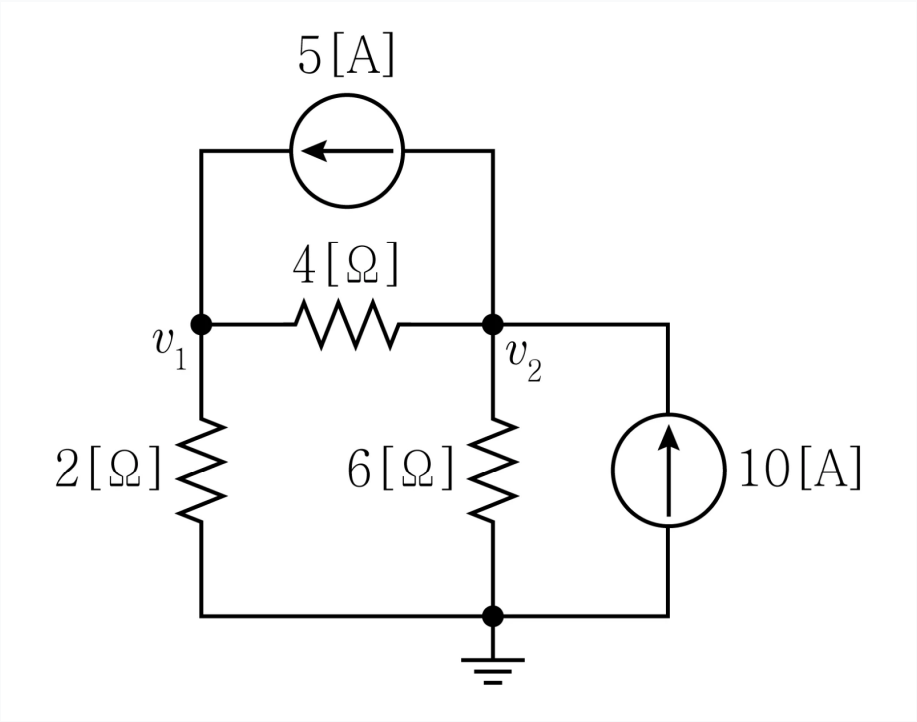
각 부하의 임피던스는 $Z = 40 + j30$ Ω이다. 전류의 크기를 구할 때는 저항 40 Ω만이 아니라 **임피던스의 크기**를 사용하므로, $|Z| = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50$ Ω이다.

부하 상전류 I_ϕ는 Δ부하의 각 임피던스에 흐르는 전류의 크기이다. 교류의 옴의 법칙에 따라 $I_\phi = \frac{V_L}{|Z|} = \frac{200}{50} = 4$ A이다. 모든 값이 실횻값으로 주어졌으므로 최댓값으로 환산할 필요가 없다.

Δ결선의 각 선전류는 그 접속점에 연결된 두 부하 상전류의 페이저 차이다. 평형 부하에서는 두 상전류의 크기가 같고 위상차가 120°이므로, 선전류 크기 I_L은 **부하 상전류 크기의 $\sqrt{3}$배**이다. 따라서 $I_L = \sqrt{3} I_\phi = 4\sqrt{3}$ A로, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 5. 그림의 회로에서 전압 v_2 [V]는?



① 0

② 13

③ 20

④ 26

정답 3번

간단한 해설

5 A 전류원은 v_2에서 v_1 쪽으로 흐르므로, v_2 절점에 전류원들이 공급하는 **순유입전류는 10 − 5 = 5 A**이다. 두 절점에 키르히호프 전류법칙을 적용해 연립하면 $v_2 = 20$V이다.

NoteBase

계산 과정

아래쪽 접지의 전위를 0 V로 두면 v_1, v_2는 각각 왼쪽과 오른쪽 절점의 대지 전압이다. 저항을 통해 절점에서 나가는 전류는 옴의 법칙에 따라 두 끝의 전위차를 저항으로 나눈 값이며, 키르히호프 전류법칙에 의해 **저항으로 나가는 전류의 합은 전류원의 순유입전류와 같다**.

왼쪽 절점: 5 A 전류원이 오른쪽에서 왼쪽으로 전류를 공급한다. 2 Ω 저항을 통해 접지로 나가는 전류는 $\frac{v_1}{2}$, 4 Ω 저항을 통해 오른쪽으로 나가는 전류는 $\frac{v_1 - v_2}{4}$이므로 다음과 같다. 전압을 V, 저항을 Ω으로 대입하면 전류의 단위는 A이다.

$\frac{v_1}{2} + \frac{v_1 - v_2}{4} = 5$

양변에 4를 곱해 정리하면 $3v_1 - v_2 = 20$이다.

오른쪽 절점: 아래에서 10 A가 들어오고 위쪽 전류원을 통해 왼쪽으로 5 A가 나가므로, **전류원의 순유입전류는 5 A**이다. 6 Ω 저항과 4 Ω 저항으로 나가는 전류의 합을 이 값과 같게 두면 다음과 같다.

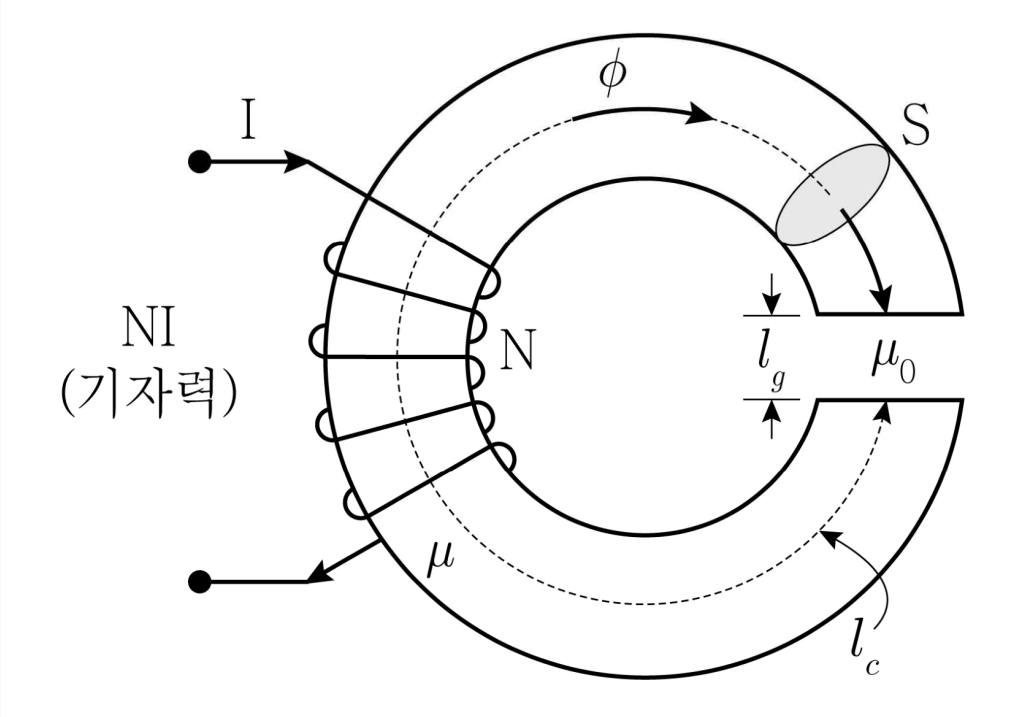
$\frac{v_2}{6} + \frac{v_2 - v_1}{4} = 10 - 5 = 5$

양변에 12를 곱해 정리하면 $5v_2 - 3v_1 = 60$이다.

두 식을 더하면 v_1 항이 소거되어 $4v_2 = 80$이므로, 구하는 전압은 $v_2 = 20\text{V}$이다. 이는 ③의 20 V에 해당한다.

NoteBase

문 6. 그림과 같이 미세공극 l_g가 존재하는 철심회로의 합성자기저항은 철심부분 자기저항의 몇 배인가?



① $1+\frac{\mu_0 l_g}{\mu l_c}$
② $1+\frac{\mu l_g}{\mu_0 l_c}$
③ $1+\frac{\mu_0 l_c}{\mu l_g}$
④ $1+\frac{\mu l_c}{\mu_0 l_g}$

정답 2번

간단한 해설

철심과 공극은 같은 자속이 차례로 지나는 **직렬 자기회로**이므로 자기저항을 더한다. 공극 자기저항과 철심 자기저항의 비가 $\frac{\mu l_g}{\mu_0 l_c}$이므로, 합성자기저항은 철심 자기저항의 $1+\frac{\mu l_g}{\mu_0 l_c}$배이다.

NoteBase

공통 해설

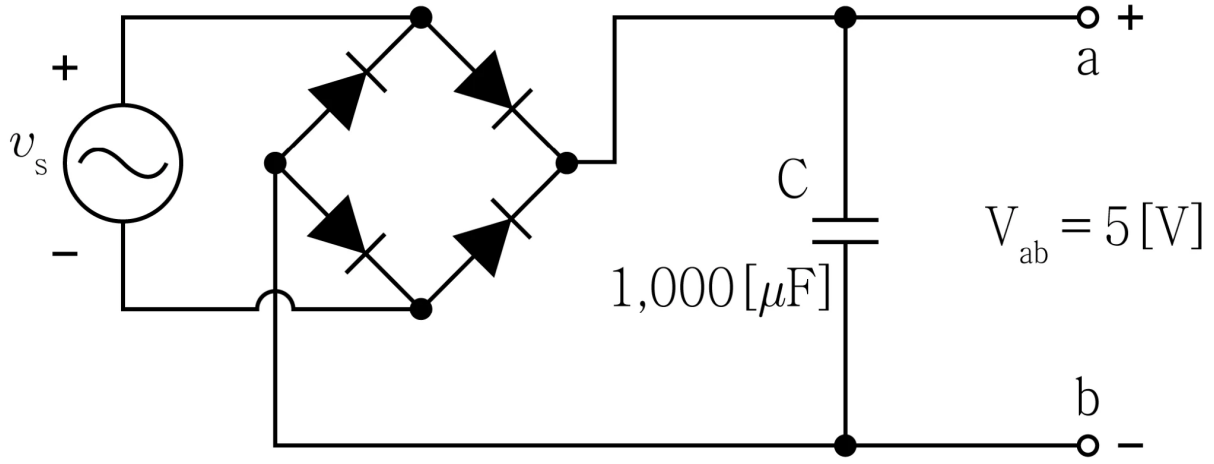
자기저항은 자속의 흐름을 방해하는 정도이며, 길이가 l, 투자율이 μ, 단면적이 S인 균일한 부분에서는 $R = \frac{l}{\mu S}$ 이다. 그림에서 철심의 자로 길이는 l_c, 투자율은 μ이고, 공극의 길이는 l_g, 투자율은 μ_0이다. 미세공극의 가장자리에서 자속이 퍼지는 효과와 누설자속을 무시하면 두 부분의 유효 단면적을 같은 S로 본다.

철심과 공극을 **같은 자속이 연속해서 통과**하므로 두 부분의 자기저항은 직렬로 더해진다. 철심 자기저항은 $R_c = \frac{l_c}{\mu S}$, 공극 자기저항은 $R_g = \frac{l_g}{\mu_0 S}$이므로 합성자기저항은 $R_t = R_c + R_g$이다.

철심 자기저항을 기준으로 한 배수는 $\frac{R_t}{R_c} = 1 + \frac{R_g}{R_c}$이다. 여기서 $\frac{R_g}{R_c} = \frac{l_g}{\mu_0 S} \cdot \frac{\mu S}{l_c} = \frac{\mu l_g}{\mu_0 l_c}$이므로, 합성자기저항은 철심 자기저항의 $1 + \frac{\mu l_g}{\mu_0 l_c}$배이다. 추가되는 항은 공극 자기저항을 철심 자기저항으로 나눈 값이므로, 공극 길이와 철심 투자율은 분자에, 철심 길이와 공극 투자율은 분모에 놓인다.

NoteBase

문 7. 그림의 직류 전원공급 장치 회로에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 다이오드는 이상적인 소자이고, 커패시터의 초기 전압은 0[V]이다)



① 일반적으로 서지전류가 발생한다.

② 다이오드를 4개 사용한 전파 정류회로이다.

③ 콘덴서에는 정상상태에서 12.5[mJ]의 에너지가 축적된다.

④ C와 같은 용량의 콘덴서를 직렬로 연결하면 더 좋은 직류를 얻을 수 있다.

정답 4번

간단한 해설

같은 용량의 콘덴서를 직렬로 연결하면 **합성 정전용량이 절반으로 감소**한다. 부하에 전류를 공급할 때 출력 전압의 맥동을 줄이려면 병렬로 연결하여 정전용량을 늘리는 것이 유리하다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 초기 전압이 0 V인 커패시터는 아직 충전되지 않은 상태이다. 전원을 투입한 뒤 정류 전압이 커패시터 전압보다 높아지면 다이오드가 도통하면서 **짧은 시간에 큰 충전전류**가 흐를 수 있다. 이때의 돌입전류가 서지전류이며, 실제 크기는 전원과 배선 등의 내부 저항에도 영향을 받는다.

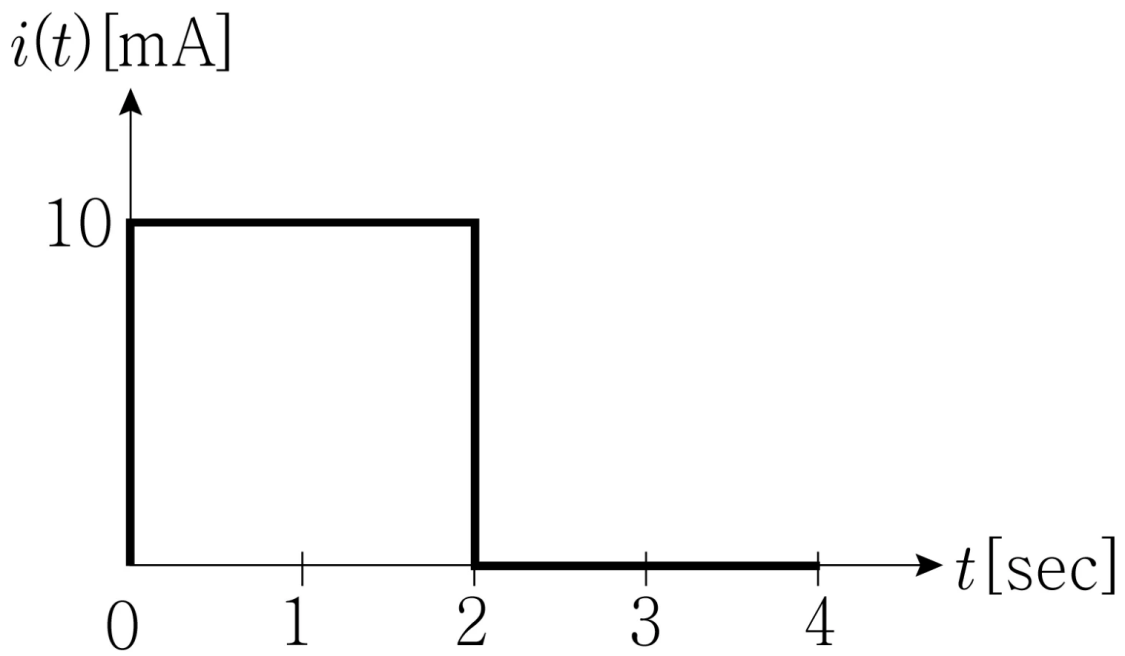
② O: 그림의 다이오드 4개는 **브리지 전파 정류회로**를 구성한다. 교류 전원의 양의 반주기와 음의 반주기에 서로 다른 다이오드 2개씩이 도통하여, 두 반주기 모두 a 단자가 b 단자보다 높은 전위를 갖도록 커패시터를 충전한다.

③ O: 커패시터는 a와 b 사이에 연결되어 있으므로 정상상태 전압은 5 V이다. 정전용량은 $C = 1{,}000\mu\text{F} = 10^{-3}\text{F}$이고, **축적 에너지는 전압의 제곱에 비례**하므로 $W = \frac{1}{2}CV^2$를 적용한다. 따라서 $W = \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} \cdot 5^2 = 0.0125\text{J}$, 즉 12.5 mJ이다.

④ X: 같은 용량 C의 콘덴서 2개를 직렬로 연결하면 $\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C}$이므로 합성 정전용량은 $C_{\text{eq}} = \frac{C}{2}$, 즉 500 μF가 된다. 부하에 전류를 공급하는 동안에는 정류부가 도통하지 않는 구간에서 커패시터가 방전되는데, 정전용량이 작을수록 같은 전하량을 내보낼 때 전압이 더 크게 떨어져 맥동이 커진다. 따라서 평활 효과를 높이려면 **직렬이 아니라 병렬로 연결**하여 정전용량을 늘려야 한다. 같은 용량 2개를 병렬로 연결하면 합성 정전용량은 2,000 μF가 된다.

NoteBase

문 8. 2 [μF] 커패시터에 그림과 같은 전류 i(t)를 인가하였을 때, 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 커패시터에 저장된 초기 에너지는 없다)



① $t = 1$에서 커패시터에 저장된 에너지는 25[J]이다.

② t > 2 구간에서 커패시터의 전압은 일정하게 유지된다.

③ 0 < t < 2 구간에서 커패시터의 전압은 일정하게 증가한다.

④ $t = 2$에서 커패시터에 저장된 에너지는 $t = 1$에서 저장된 에너지의 2배이다.

정답 4번

간단한 해설

커패시터의 저장 에너지는 **전압의 제곱에 비례**한다. 2초에서 전압은 1초에서의 2배이므로 저장 에너지는 2배가 아니라 **4배**이다.

NoteBase

선지별 해설

그림에서 전류는 0~2초 동안 10 mA이고, 2초 이후에는 0이다. 정전용량은 $C = 2 \times 10^{-6}$F이며, 초기 저장 에너지가 없으므로 초기 전압도 0이다. 커패시터에서는 $i = C\frac{dv}{dt}$이므로 전류를 시간에 대해 누적한 전하량을 C로 나누면 전압을 얻는다. 저장 에너지는 $W = \frac{1}{2}Cv^2$이다.

① O: 1초까지 흐른 전하량은 $q = 10 \times 10^{-3} \times 1 = 0.01$C이다. 따라서 전압은 $v(1) = \frac{0.01}{2 \times 10^{-6}} = 5000$V 이고, 저장 에너지는 $W(1) = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times 5000^2 = 25$J이다.

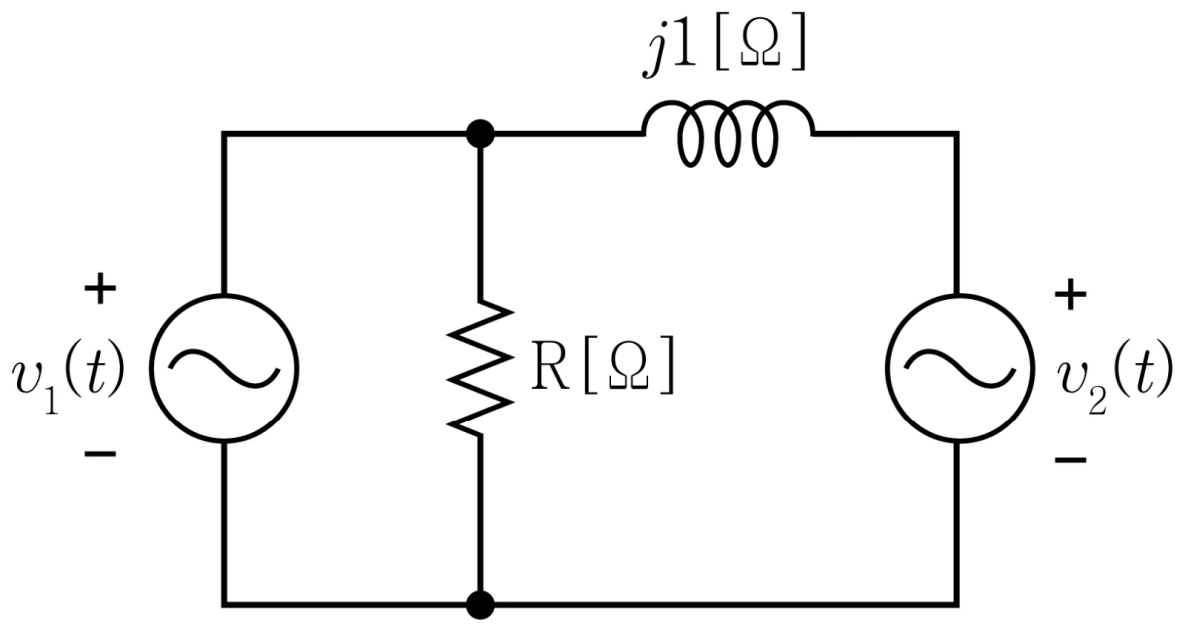
② O: 2초 이후에는 **전류가 0**이므로 $\frac{dv}{dt} = 0$이다. 전하가 더 들어오거나 빠져나가지 않으므로 전압은 2초에서의 값인 10000 V로 유지된다.

③ O: 0~2초 구간에서는 전류와 정전용량이 모두 일정하므로 **전압의 증가율이 일정**하다. 그 증가율은 $\frac{dv}{dt} = \frac{10 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-6}} = 5000$V/s이다. 초기 전압이 0이므로 이 구간에서 전압은 시간에 비례하여 증가한다.

④ X: 같은 전류가 2초 동안 흐르면 1초 동안 흐를 때보다 누적 전하량과 전압이 각각 2배가 된다. 따라서 2초에서 전압은 10000 V이고 저장 에너지는 $W(2) = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times 10000^2 = 100$J이다. 에너지는 **전압의 제곱에 비례**하므로 1초에서의 25 J와 비교하면 2배가 아니라 4배이다.

NoteBase

문 9. 그림의 교류회로에서 저항 R에서의 소비하는 유효전력이 10[W]로 측정되었다고 할 때, 교류전원 $v_1(t)$ 이 공급한 피상전력[VA]은? (단, $v_1(t) = 10\sqrt{2}\sin(377t)$ [V], $v_2(t) = 9\sqrt{2}\sin(377t)$ [V]이다)



① $\sqrt{10}$

② $2\sqrt{5}$

③ 10

④ $10\sqrt{2}$

정답 4번

간단한 해설

저항 전류와 코일 전류는 각각 1 A이지만 **위상차가 90°**이므로 전원 전류의 실효값은 $\sqrt{2}$ A이다. 피상전력은 전압과 전류의 실효값을 곱한 값이므로 $10\sqrt{2}$ VA이다.

NoteBase

계산 과정

1. 전압의 실효값: 주어진 두 전압은 같은 $\sin(377t)$에 비례하므로 위상이 같다. 정현파의 실효값은 최댓값을 $\sqrt{2}$로 나눈 값이므로 $V_1 = 10\,\text{V}$, $V_2 = 9\,\text{V}$이다. 두 전원의 아래쪽 공통 노드를 기준으로 하고, 이 위상을 페이저의 기준으로 잡는다.

2. 저항 전류: 저항 R은 첫 번째 전원과 병렬로 연결되어 있으므로 양단 전압의 실효값은 10 V이다. 순수 저항에서는 전압과 전류의 위상이 같아 유효전력은 $P_R = V_1 I_R$이다. 따라서 아래쪽으로 흐르는 저항 전류는 $I_R = \frac{10}{10} = 1\,\text{A}$이다.

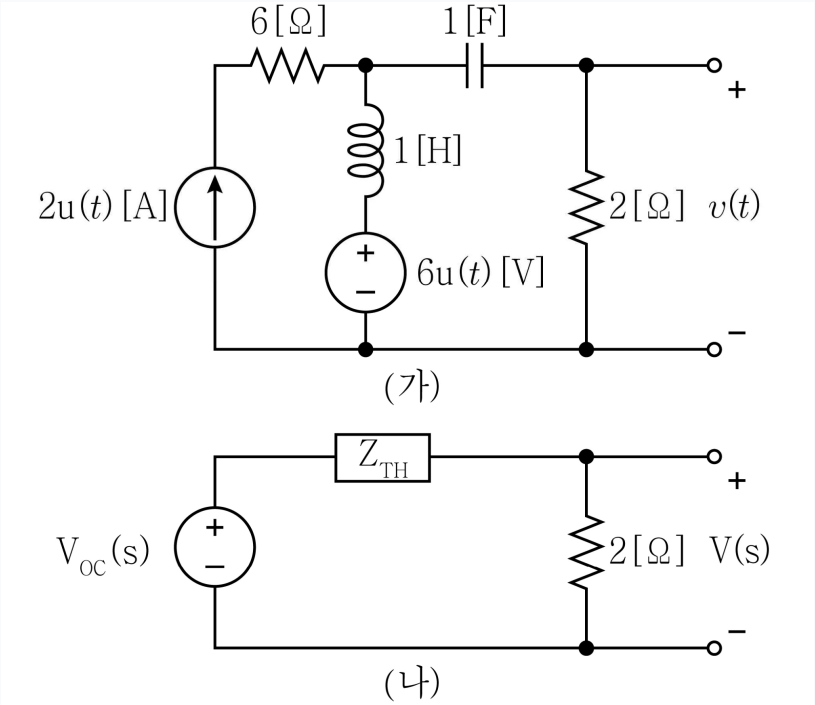
3. 코일 전류: 코일 양 끝은 각각 두 전원의 위쪽 단자에 연결되어 있다. 왼쪽에서 오른쪽을 기준으로 코일 전압을 잡으면 **두 전원 전압의 차**가 걸린다. 따라서 $V_L = V_1 - V_2 = 10 - 9 = 1\,\text{V}$이다. 코일의 임피던스가 $j1\,\Omega$이므로 전류 페이저는 $I_L = \frac{1}{j1} = -j\,\text{A}$이다. 이는 실효값이 1 A이고 기준 전압보다 위상이 90° 늦은 전류를 뜻한다.

4. 전원 전류: 첫 번째 전원의 위쪽 단자에서 공급되는 전류는 저항 전류와 코일 전류의 합이다. 위상이 다른 전류이므로 **실효값의 크기를 그대로 더하지 않고 페이저로 합산**한다. 전원 전류 페이저는 $I_1 = I_R + I_L = 1 - j$ A이고, 그 실효값의 크기는 $|I_1| = \sqrt{1^2 + (-1)^2} = \sqrt{2}\,\text{A}$이다.

5. 피상전력: 정현파 교류에서 피상전력은 전압 실효값과 전류 실효값의 곱이다. 따라서 첫 번째 전원이 공급한 피상전력은 $S_1 = V_1 |I_1| = 10\sqrt{2}\,\text{VA}$로, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 10. 그림의 (가)회로를 (나)회로와 같이 테브난(Thevenin) 등가변환하였을 때, 등가 임피던스 Z_{TH} [Ω]와 출력전압 $V(s)$ [V]는? (단, 커패시터와 인덕터의 초기 조건은 0이다)



① Z_{TH} [Ω]: $\frac{s}{s^2+1}$, $V(s)$ [V]: $\frac{4(s+3)}{(s+1)^2}$
② Z_{TH} [Ω]: $\frac{s^2+1}{s}$, $V(s)$ [V]: $\frac{4(s+3)}{(s+1)^2}$
③ Z_{TH} [Ω]: $\frac{s}{s^2+1}$, $V(s)$ [V]: $\frac{4(s^2+1)(s+3)}{s(2s^2+s+2)}$
④ Z_{TH} [Ω]: $\frac{s^2+1}{s}$, $V(s)$ [V]: $\frac{4(s^2+1)(s+3)}{s(2s^2+s+2)}$

정답 2번

간단한 해설

독립 전류원을 개방하고 전압원을 단락하면 인덕터와 커패시터가 **직렬**로 남으므로 $Z_{TH} = \frac{s^2+1}{s}$ Ω이다.
개방전압에 2 Ω 부하의 **전압분배**를 적용하면 $V(s) = \frac{4(s+3)}{(s+1)^2}$ V를 얻는다.

NoteBase

계산 과정

s 영역 변환: 초기 조건이 0이므로 1 H 인덕터의 임피던스는 $Z_L = sL = s\ \Omega$, 1 F 커패시터의 임피던스는 $Z_C = \frac{1}{sC} = \frac{1}{s}\ \Omega$이다. 단위계단함수 $u(t)$의 라플라스 변환은 $\frac{1}{s}$이므로 전류원과 전압원은 각각 $\frac{2}{s}$ A, $\frac{6}{s}$ V로 바뀐다. 아래쪽 공통선을 전압의 기준으로 둔다.

등가 임피던스: (나)회로에서 2 Ω 저항은 부하로 남아 있으므로, 이를 분리한 왼쪽 회로를 등가변환한다. 독립 전원을 0으로 만들 때 **전류원은 개방하고 전압원은 단락**한다. 그러면 6 Ω 저항의 왼쪽 끝이 끊겨 그 가지에는 전류가 흐르지 않는다. 부하 접속점에서 보면 커패시터와 인덕터만 직렬로 이어지므로 $Z_{TH} = s + \frac{1}{s} = \frac{s^2+1}{s}$ Ω이다.

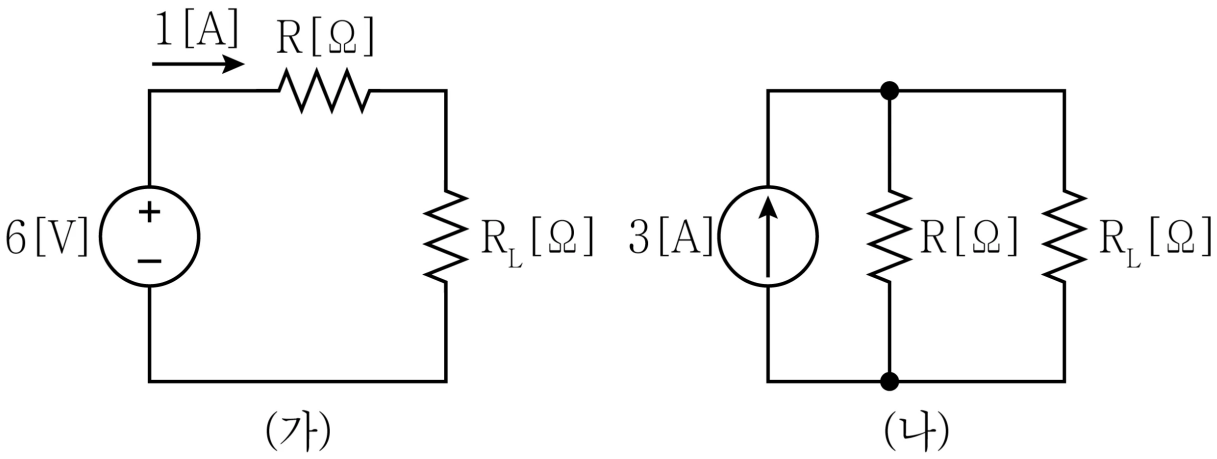
개방전압: 원래 전원들을 되살리고 2 Ω 부하만 분리한다. 이때 커패시터를 흐르는 전류가 0이고 초기 전압도 0이므로 커패시터 양단 전압은 0이다. 따라서 개방된 출력 단자의 전압은 인덕터 위쪽 접점의 전압과 같다. 전류원이 공급하는 전류 $\frac{2}{s}$ A는 모두 인덕터를 위에서 아래로 흐른다. 인덕터 위쪽은 아래쪽보다 $s \cdot \frac{2}{s} = 2$ V 높고, 인덕터 아래쪽 전압은 전압원의 극성에 따라 $\frac{6}{s}$ V이다. 따라서 $V_{OC}(s) = 2 + \frac{6}{s} = \frac{2(s+3)}{s}$ V이다. 이는 **부하를 분리했을 때의 전압**이다.

출력전압: 2 Ω 부하를 다시 연결하면 등가 임피던스와 부하가 직렬이므로 부하에 걸리는 전압은 전압분배로 구한다. 즉, $V(s) = V_{OC}(s)\frac{2}{Z_{TH}+2}$이다. 전체 직렬 임피던스는 $Z_{TH} + 2 = \frac{s^2+2s+1}{s} = \frac{(s+1)^2}{s}$ Ω이므로, $V(s) = \frac{2(s+3)}{s} \cdot \frac{2s}{(s+1)^2} = \frac{4(s+3)}{(s+1)^2}$ V이다.

따라서 등가 임피던스 $\frac{s^2+1}{s}$ Ω과 출력전압 $\frac{4(s+3)}{(s+1)^2}$ V의 조합은 ②에 해당한다.

NoteBase

문 11. 그림의 (가)회로와 (나)회로가 등가관계에 있을 때, 부하저항 R_L[Ω]은?



① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 4번

간단한 해설

전압원과 직렬저항을 전류원과 병렬저항으로 바꾸면 **전류원 전류는 전압을 저항으로 나눈 값**이므로 R은 2 Ω이다. (가)의 전체 저항은 6 Ω이므로 부하저항 R_L은 4 Ω이다.

계산 과정

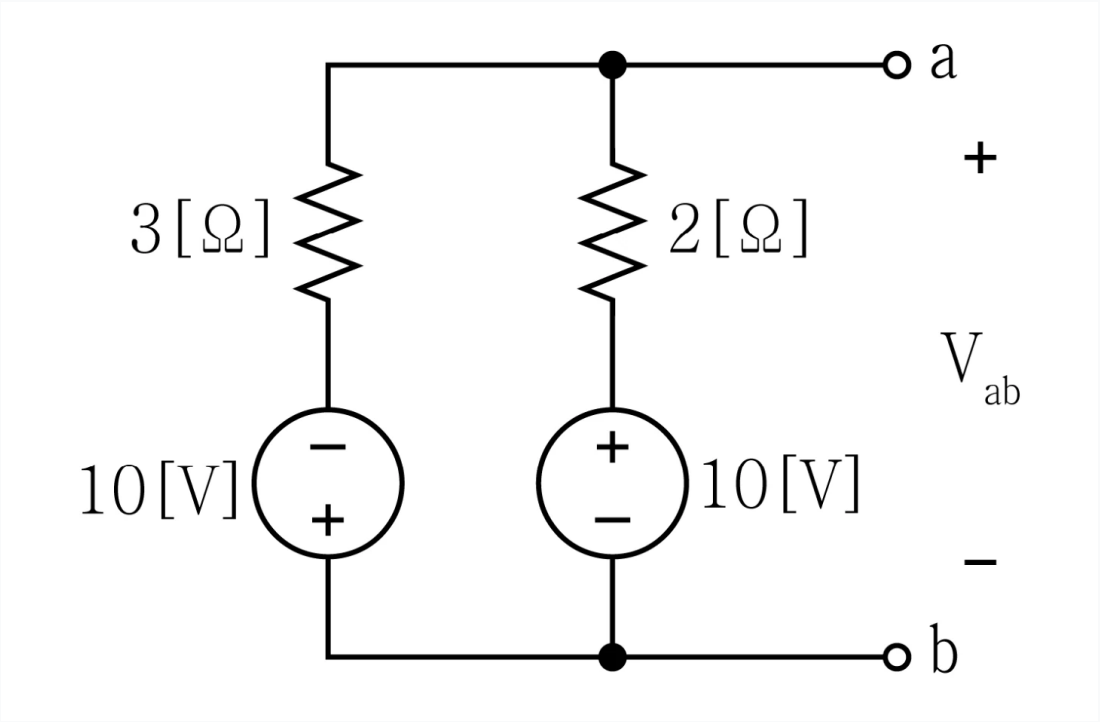
1. 등가 전원으로부터 R 구하기: (가)는 6 V 전압원에 R이 직렬로 연결되고, (나)는 3 A 전류원에 같은 R이 병렬로 연결된 형태이다. 이 전원 변환은 **부하에서 본 전압과 전류의 관계를 유지**한다. 전압원을 직렬저항으로 나눈 값이 등가 전류원의 전류이므로 $3 = \frac{6}{R}$이다. 따라서 $R = \frac{6}{3} = 2\Omega$이다.

2. (가)의 전체 저항 구하기: R과 R_L은 직렬이므로 두 저항에 모두 1 A가 흐른다. 옴의 법칙을 회로 전체에 적용하면 $R + R_L = \frac{6}{1} = 6\Omega$이다. 이 6 Ω은 **직렬저항과 부하저항을 합한 값**이다.

3. 부하저항 구하기: 전체 저항에서 R을 빼면 $R_L = 6 - 2 = 4\Omega$이다. 부하저항 4 Ω은 ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 12. 그림의 회로에서 전압 V_{ab} [V]는?



① 1

② 2

③ 4

④ 8

정답 2번

간단한 해설

두 전압원은 회로를 한 바퀴 도는 방향으로 **기전력이 더해지므로** 4 A의 순환전류를 만든다. 오른쪽 전압원의 위쪽 전위 10 V에서 2 Ω 저항의 전압 강하 8 V를 빼면 $V_{ab} = 2\text{V}$이다.

NoteBase

계산 과정

b점을 기준 전위 0 V로 두면 구하는 전압은 $V_{ab} = V_a - V_b = V_a$이다. 왼쪽 전압원은 아래가 +, 위가 −이므로 그 위쪽 전위는 −10 V이고, 오른쪽 전압원은 위가 +, 아래가 −이므로 그 위쪽 전위는 +10 V이다.

a와 b의 외부 단자가 열려 있어도 **두 가지를 잇는 내부 폐회로**에는 전류가 흐른다. 전류 I의 방향을 오른쪽 가지에서 위로 올라가 왼쪽 가지로 내려가는 방향으로 잡는다. 이 방향으로 두 전압원을 모두 −극에서 +극으로 지나므로 전압 상승의 합은 10 + 10 = 20 V이다. 두 저항에는 같은 전류가 흐르므로 키르히호프 전압 법칙에 따라 $(3 + 2)I = 20$이고, $I = \frac{20}{3+2} = 4\text{A}$이다.

오른쪽 전압원의 위쪽에서 a점으로 갈 때는 2 Ω 저항을 전류 방향으로 지나므로 전위가 $4 \times 2 = 8$ V만큼 낮아진다. 따라서 $V_{ab} = 10 - 4 \cdot 2 = 2\text{V}$이며, 이는 ②의 2 V에 해당한다.

NoteBase

문 13. R-L 직렬회로에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 주파수가 증가하면 전류는 증가하고, 저항에 걸리는 전압은 증가한다.

② 주파수가 감소하면 전류는 증가하고, 저항에 걸리는 전압은 감소한다.

③ 주파수가 증가하면 전류는 감소하고, 인덕터에 걸리는 전압은 증가한다.

④ 주파수가 감소하면 전류는 감소하고, 인덕터에 걸리는 전압은 감소한다.

정답 3번

간단한 해설

전원 전압과 R, L이 일정할 때 주파수가 높아지면 유도성 리액턴스가 커져 **전류는 감소**한다. 그러나 전체 전압 중 인덕터에 걸리는 비율이 커지므로 **인덕터 전압은 증가**한다.

선지별 해설

정현파 전원의 전압 실효값 V와 저항 R, 인덕턴스 L이 일정한 정상상태에서 주파수 f의 변화만 비교한다. 유도성 리액턴스는 $X_L = 2\pi fL$이고, 직렬회로의 임피던스 크기는 $|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2}$이다. 따라서 전류 실효값은 $I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$이며, 각 소자의 전압 실효값은 $V_R = IR$, $V_L = IX_L$이다.

① X: 주파수가 증가하면 유도성 리액턴스와 임피던스 크기가 커지므로 **전류는 감소**한다. 저항은 일정하므로 저항 전압도 전류에 비례하여 감소한다. 전류와 저항 전압이 모두 증가한다는 설명을 모두 감소하는 것으로 고쳐야 한다.

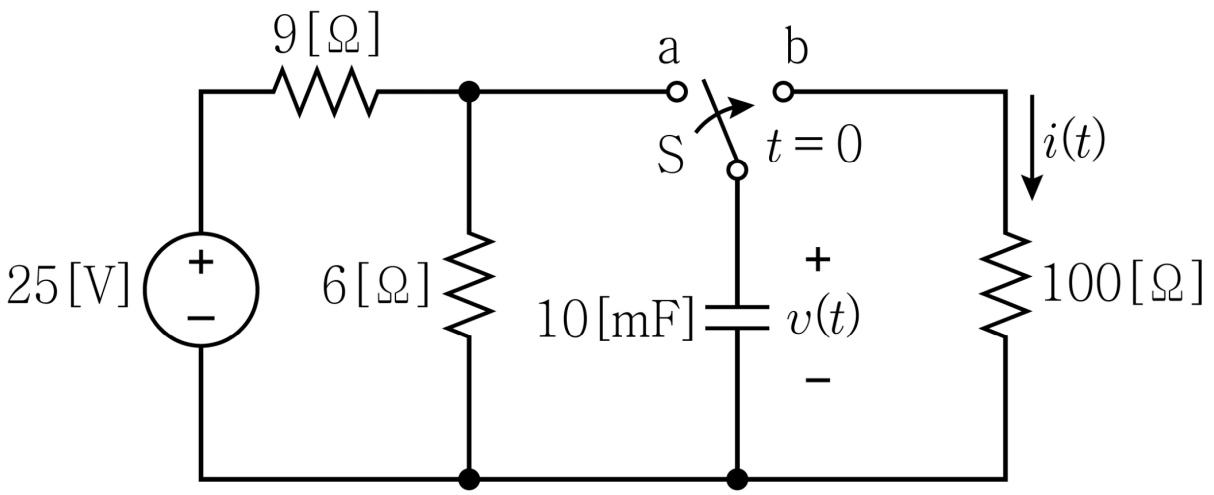
② X: 주파수가 감소하면 유도성 리액턴스와 임피던스 크기가 작아져 전류가 증가한다. 따라서 저항 전압도 증가하므로, 저항에 걸리는 전압은 감소한다는 부분을 **증가한다**로 고쳐야 한다.

③ O: 주파수가 증가하면 임피던스 크기가 커져 전류는 감소한다. 인덕터 전압은 $V_L = \frac{V}{\sqrt{1 + (R/X_L)^2}}$로 나타낼 수 있다. 주파수가 높아져 X_L이 커지면 R/X_L이 작아지므로 분모가 작아져 **인덕터 전압은 증가**한다. 전류가 감소하더라도 리액턴스가 함께 변하므로 인덕터 전압까지 감소하는 것은 아니다.

④ X: 주파수가 감소하면 임피던스 크기가 작아지므로 전류는 감소하는 것이 아니라 **증가**한다. 한편 전체 전압 중 인덕터에 걸리는 비율은 작아져 인덕터 전압은 감소한다. 따라서 전류 변화에 관한 부분을 고쳐야 한다.

NoteBase

문 14. 그림의 회로에서 스위치 S가 충분히 긴 시간 동안 접점 a에 연결되어 있다가 $t = 0$에서 접점 b로 이동하였다. 회로에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① $v(0) = 10[V]$이다.

② $t > 0$에서 $i(t) = 10e^{-t}[A]$이다.

③ $t > 0$에서 회로의 시정수는 1[sec]이다.

④ 회로의 시정수는 커패시터에 비례한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 전류는 커패시터 전압을 **100 Ω으로 나눈 값**이다. 초기 전압이 10 V이고 시정수가 1초이므로, 전류는 $i(t) = 0.1e^{-t}$A로 감소한다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 스위치가 a에 충분히 오래 연결되면 직류 정상상태가 되어 커패시터에는 전류가 흐르지 않는다. 따라서 9 Ω과 6 Ω에 의한 전압 분배로 $v(0^-) = 25 \cdot \frac{6}{9+6} = 10\text{V}$이다. **커패시터 전압은 순간적으로 변하지 않으므로** $v(0) = v(0^+) = 10\text{V}$이다.

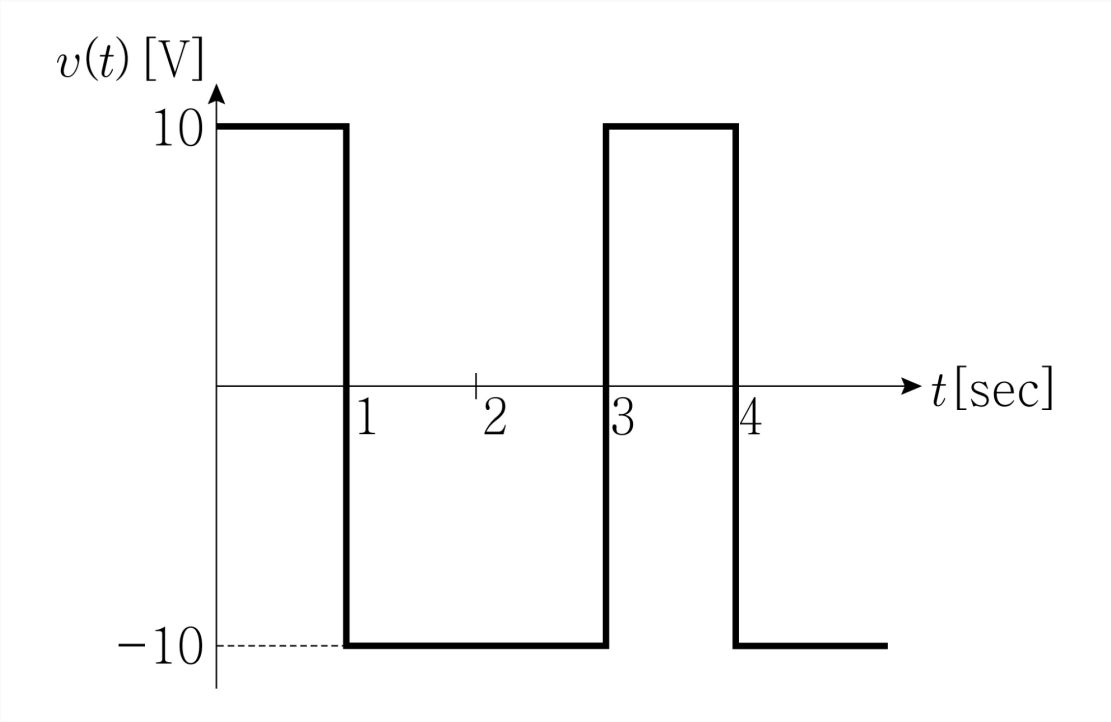
② X: 스위치가 b로 이동하면 커패시터는 전원 쪽 회로와 분리되어 100 Ω 저항으로 방전한다. 정전용량은 10 mF = 0.01 F이므로 시정수는 $\tau = RC = 100 \cdot 0.01 = 1\text{s}$이다. 방전 전압은 $v(t) = v(0^+)e^{-t/\tau}$이므로, t를 초 단위로 나타내면 $v(t) = 10e^{-t}\text{V}$이다. 그림의 아래쪽 전류 방향은 저항의 위쪽에서 아래쪽으로 흐르는 방전 전류와 같으므로 $i(t) = \frac{v(t)}{R}$이다. 따라서 $i(t) = \frac{10}{100}e^{-t} = 0.1e^{-t}\text{A}$이며, 선지의 계수 10은 **0.1로 고쳐야 한다**.

③ O: 시정수는 방전 전압과 전류가 초기값의 1/e, 약 36.8%로 줄어드는 데 걸리는 시간이다. 스위치를 b에 연결한 뒤 커패시터가 보는 저항은 **100 Ω뿐**이므로, 앞서 구한 $\tau = RC = 1\text{s}$가 적용된다. 9 Ω과 6 Ω은 접점 a 쪽에 있어 이 방전 회로의 시정수에 포함되지 않는다.

④ O: RC 회로의 시정수는 $\tau = RC$이다. 따라서 **저항 R이 일정하면 정전용량 C에 비례**한다. 같은 저항에서 정전용량이 커질수록 동일한 전압에 저장되는 전하량이 늘어나므로, 전압이 같은 비율로 감소하는 데 더 오래 걸린다.

NoteBase

문 15. 그림과 같이 주기적으로 변하는 전압 $v(t)$의 실횻값[V]은?



① $\frac{10}{\sqrt{5}}$
② $\frac{10}{\sqrt{3}}$
③ $\frac{10}{\sqrt{2}}$
④ 10

정답 4번

간단한 해설

전압은 +10 V와 -10 V를 오가지만 **크기는 항상 10 V**이다. 실횻값은 전압을 제곱하여 평균한 뒤 제곱근을 취한 값이므로, 부호가 바뀌어도 10 V이다.

공통 해설

실횻값은 순간 전압을 제곱한 값의 한 주기 평균에 제곱근을 취한 것이다. 따라서 전압의 **절댓값이 일정한 파형**에서는 양·음 구간의 길이와 관계없이 실횻값이 그 절댓값과 같다. 제곱하면 부호가 사라져 한 주기 내내 같은 값이 되기 때문이다.

그림에서 0~1초는 +10 V, 1~3초는 -10 V이며 이 파형이 반복된다. 음의 구간에서도 전압의 크기는 10 V이므로, 제곱한 전압은 한 주기 내내 100V^2로 일정하다. 이 값의 평균에 제곱근을 취하면 실횻값은 10 V이다.

NoteBase

문 16. R-L-C 직렬공진회로, 병렬공진회로에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 직렬공진, 병렬공진 시 역률은 모두 1이다.

② 병렬공진회로일 경우 임피던스는 최소, 전류는 최대가 된다.

③ 직렬공진회로의 공진주파수에서 L과 C에 걸리는 전압의 합은 0이다.

④ 직렬공진 시 선택도 Q는 $\frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ 이고, 병렬공진 시 선택도 Q는 $R\sqrt{\frac{C}{L}}$ 이다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '임피던스 최소, 전류 최대'는 직렬공진의 특성이다. 병렬공진에서는 L과 C의 무효전류가 상쇄되어 입력 임피던스가 **최대**가 되고, 일정한 전압의 전원에서 공급되는 전류는 **최소**가 된다.

선지별 해설

① O: 직렬공진에서는 L과 C의 리액턴스가 상쇄되고, 병렬공진에서는 L과 C의 서셉턴스가 상쇄된다. 따라서 두 회로 모두 전원에서 보면 순저항으로 작용하여 **전원 전압과 전류의 위상차가 0**이므로 역률이 1이다.

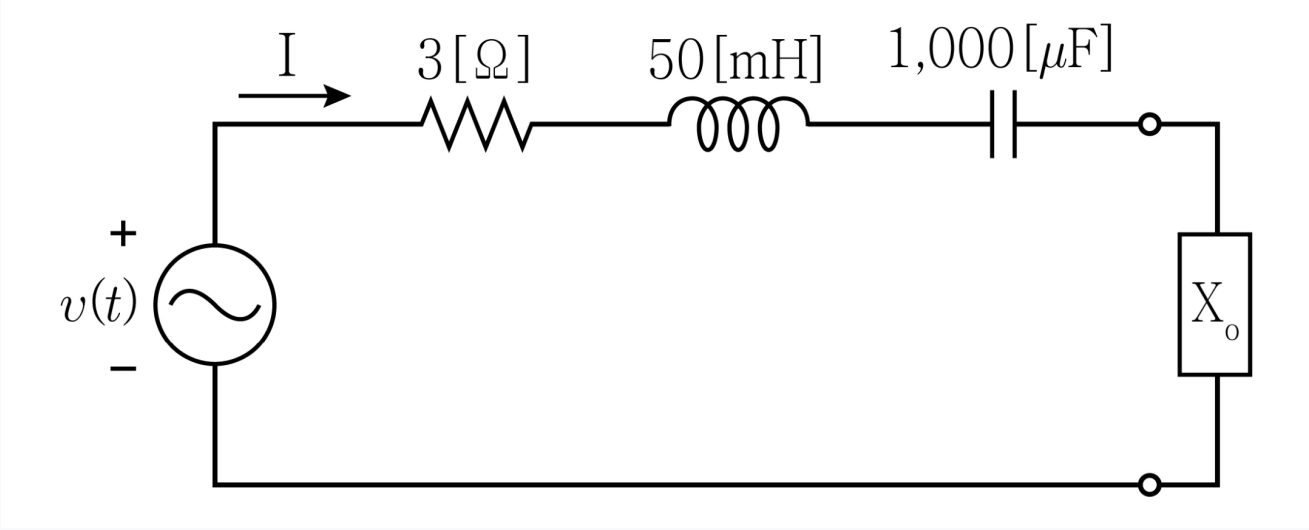
② X: 병렬공진에서는 L과 C의 가지전류가 크기는 같고 위상은 반대여서 전원에 대한 무효전류가 상쇄된다. 따라서 입력 임피던스는 **최대**이고, 전원 전압이 일정할 때 전원전류는 **최소**이다. 이때 최소가 되는 것은 각 가지전류가 아니라 전원에서 공급되는 전체 전류이다. '임피던스 최소, 전류 최대'는 직렬공진의 특성이다.

③ O: 직렬회로에서는 L과 C에 같은 전류가 흐른다. 공진주파수에서는 두 리액턴스의 크기가 같으므로 L과 C의 전압 크기도 같다. L의 전압은 전류보다 90° 앞서고 C의 전압은 90° 뒤지므로 두 전압의 위상차는 180°이다. 따라서 **전압의 페이저 합**은 $V_L + V_C = 0$이다. 각 전압의 크기가 0이라는 뜻은 아니다.

④ O: 공진 각주파수는 $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$이다. 직렬 RLC 회로의 선택도는 $Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ 이다. R·L·C가 병렬로 연결된 회로에서는 $Q = \frac{R}{\omega_0 L} = R\sqrt{\frac{C}{L}}$ 이다. 직렬회로는 R이 작을수록, 병렬회로는 R이 클수록 저항에 의한 에너지 손실이 줄어 **Q가 커지고 공진 특성이 날카로워진다**.

NoteBase

문 17. 그림의 회로에서 전류 I[A]의 크기가 최대가 되기 위한 X_o에 대한 소자의 종류와 크기는? (단, $v(t) = 100\sqrt{2}\sin 100t$[V]이다)



① 소자의 종류: 인덕터, 소자의 크기: 50 [mH]

② 소자의 종류: 인덕터, 소자의 크기: 100 [mH]

③ 소자의 종류: 커패시터, 소자의 크기: 1,000 [μF]

④ 소자의 종류: 커패시터, 소자의 크기: 2,000 [μF]

정답 1번

간단한 해설

직렬회로의 전류는 **전체 리액턴스가 0인 공진 상태**에서 최대가 된다. 기존 소자의 합성 리액턴스가 −5 Ω이므로, +5 Ω을 만드는 **50 mH 인덕터**를 추가해야 한다.

NoteBase

계산 과정

주어진 조건: 전원 전압의 시간항이 $\sin 100t$이므로 각주파수는 $\omega = 100$ rad/s이다. 그림의 저항 3 Ω, 인덕터 50 mH, 커패시터 1,000 μF와 미지 소자는 모두 직렬로 연결되어 있다. 계산에 사용할 단위로 바꾸면 50 mH = 0.05 H, 1,000 μF = 0.001 F이다.

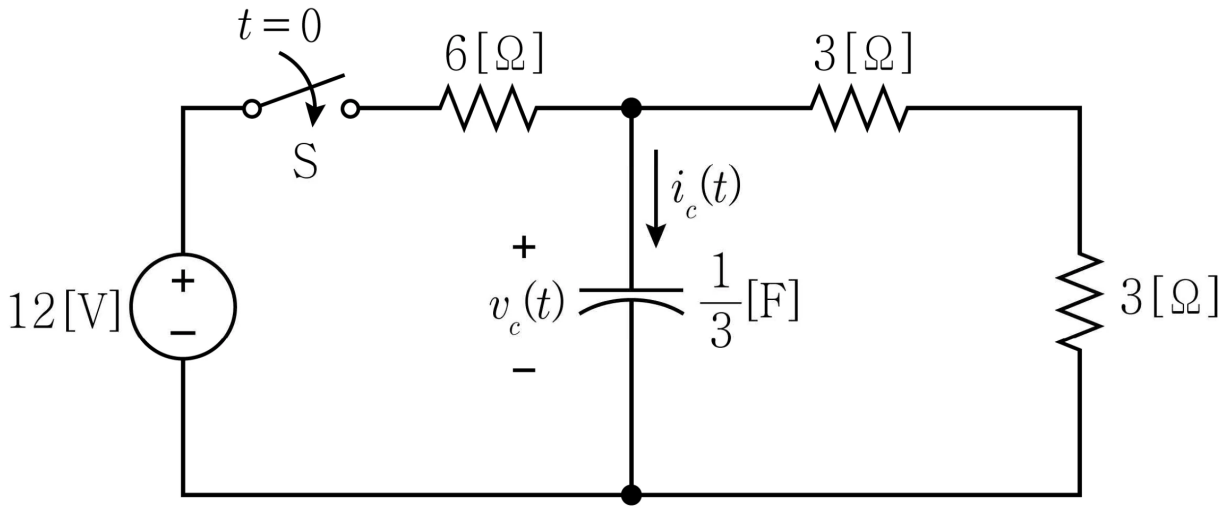
전류가 최대가 되는 조건: 직렬회로의 전체 리액턴스를 X라 하면 임피던스의 크기는 $|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$이고, 전압과 전류의 실효값 사이에는 $|I| = V/|Z|$의 관계가 성립한다. 전원 전압과 저항 R = 3 Ω이 일정하므로 **전체 리액턴스 X가 0**일 때 임피던스가 최소가 되어 전류가 최대가 된다. 이것이 직렬 공진 조건이다.

기존 소자의 합성 리액턴스: 인덕터의 리액턴스 크기는 $X_L = \omega L = 100 \cdot 0.05 = 5\Omega$이다. 커패시터의 리액턴스 크기는 $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100 \cdot 0.001} = 10\Omega$이다. 유도성 리액턴스를 양수로 잡으면 용량성 리액턴스는 음수이므로, 기존 소자의 합성 리액턴스는 $5 - 10 = -5\ \Omega$이다. 즉 **용량성 리액턴스가 5 Ω만큼 더 크다**.

추가할 소자: 전체 리액턴스를 0으로 만들려면 미지 소자 X_o가 +5 Ω의 유도성 리액턴스를 가져야 한다. 따라서 커패시터가 아니라 인덕터가 필요하며, 그 인덕턴스는 $L_o = \frac{5}{\omega} = \frac{5}{100} = 0.05\text{H}$이다. 이를 환산하면 50 mH이므로 ①의 인덕터 50 mH에 해당한다.

NoteBase

문 18. 그림의 회로에서 스위치 S를 $t = 0$에서 닫았을 때, 전류 $i_c(t)$ [A]는? (단, 커패시터의 초기 전압은 0[V]이다)



① e^{-t}

② $2e^{-t}$

③ e^{-2t}

④ $2e^{-2t}$

정답 2번

간단한 해설

커패시터의 충전 전류는 **초기값 2 A에서 시정수 1 s로 지수적으로 감소**한다. 따라서 $i_c(t) = 2e^{-t}$ A이다.

NoteBase

계산 과정

등가 전압: 스위치를 닫은 뒤 커패시터 단자에서 본 테브난 등가회로를 구한다. 커패시터를 분리하면 오른쪽의 두 3 Ω 저항은 직렬이므로 6 Ω이다. 전원 쪽 6 Ω 저항과 전압을 나누므로 등가 전압은 $V_{\text{th}} = 12 \cdot \frac{6}{6+6} = 6\,\text{V}$이다. 이는 충전이 끝나 전류가 흐르지 않을 때의 커패시터 전압이다.

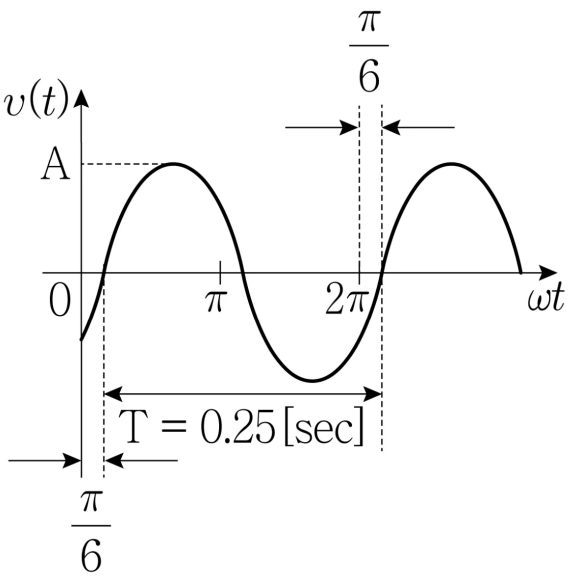
시정수: 등가저항을 구할 때는 **독립 전압원을 단락**한다. 이때 커패시터 단자에서 왼쪽의 6 Ω과 오른쪽의 6 Ω이 병렬로 보이므로 $R_{\text{th}} = \frac{6 \cdot 6}{6+6} = 3\,\Omega$이다. 커패시턴스가 $C = \frac{1}{3}\,\text{F}$이므로 시정수는 $\tau = R_{\text{th}} C = 3 \cdot \frac{1}{3} = 1\,\text{s}$이다.

초기 전류: **커패시터 전압은 순간적으로 변하지 않으므로** 스위치를 닫은 직후에도 $v_c(0^+) = 0\,\text{V}$이다. 등가회로에서 6 V가 모두 3 Ω에 걸리므로 $i_c(0^+) = \frac{6-0}{3} = 2\,\text{A}$이다. 전류는 그림의 화살표처럼 커패시터의 위쪽 단자로 들어간다.

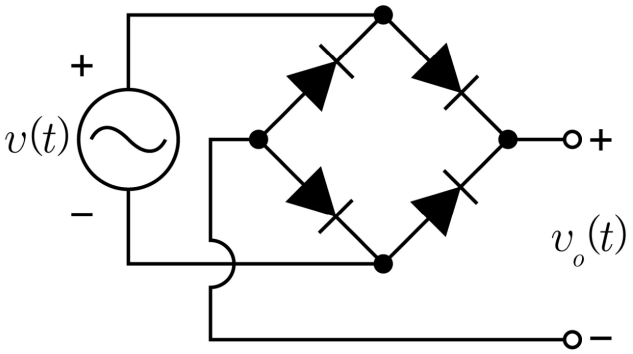
전류의 시간 변화: 직류 전원에 연결된 1차 RC 회로의 충전 전류는 초기값에서 시정수에 따라 지수적으로 감소하며, 충분한 시간이 지나면 0 A가 된다. 따라서 $i_c(t) = i_c(0^+)e^{-t/\tau}$에 초기 전류와 시정수를 대입하면 $i_c(t) = 2e^{-t}\,\text{A}$이다. 이 식은 $t \geq 0$에서 적용되며, ②와 일치한다.

NoteBase

문 19. 그림 (가)의 입력전압이 (나)의 정류회로에 인가될 때, 입력전압 $v(t)$와 출력전압 $v_o(t)$에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 다이오드는 이상적인 소자이고, 출력전압의 평균값은 200[V]이다)



(가)



(나)

① 입력전압의 주파수는 4[Hz]이다.

② 출력전압의 최댓값은 100π[V]이다.

③ 출력전압의 실횻값은 $100\pi\sqrt{2}$[V]이다.

④ 입력전압 $v(t) = A\sin(\omega t - 30^\circ)$[V]이다.

정답 3번

간단한 해설

③의 실효값은 $100\pi\sqrt{2}$ V가 아니라 $50\pi\sqrt{2}$ V이다. 이상적인 전파 정류는 전압의 부호만 바꾸므로 **제곱의 평균으로 구하는 실효값은 입력과 같다**.

NoteBase

선지별 해설

그림 (나)는 브리지 전파 정류회로이다. 입력의 양·음 반주기마다 서로 다른 두 다이오드가 도통하여 출력의 극성을 일정하게 유지한다. 다이오드가 이상적이므로 전압 강하가 없어 $v_o(t) = |v(t)|$이다.

① O: 그림 (가)에서 전압이 0을 지나 증가하는 지점부터 다음에 같은 상태가 되는 지점까지의 시간이 **입력의 한 주기**이다. 주어진 주기는 0.25초이므로 주파수는 $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.25} = 4$ Hz이다.

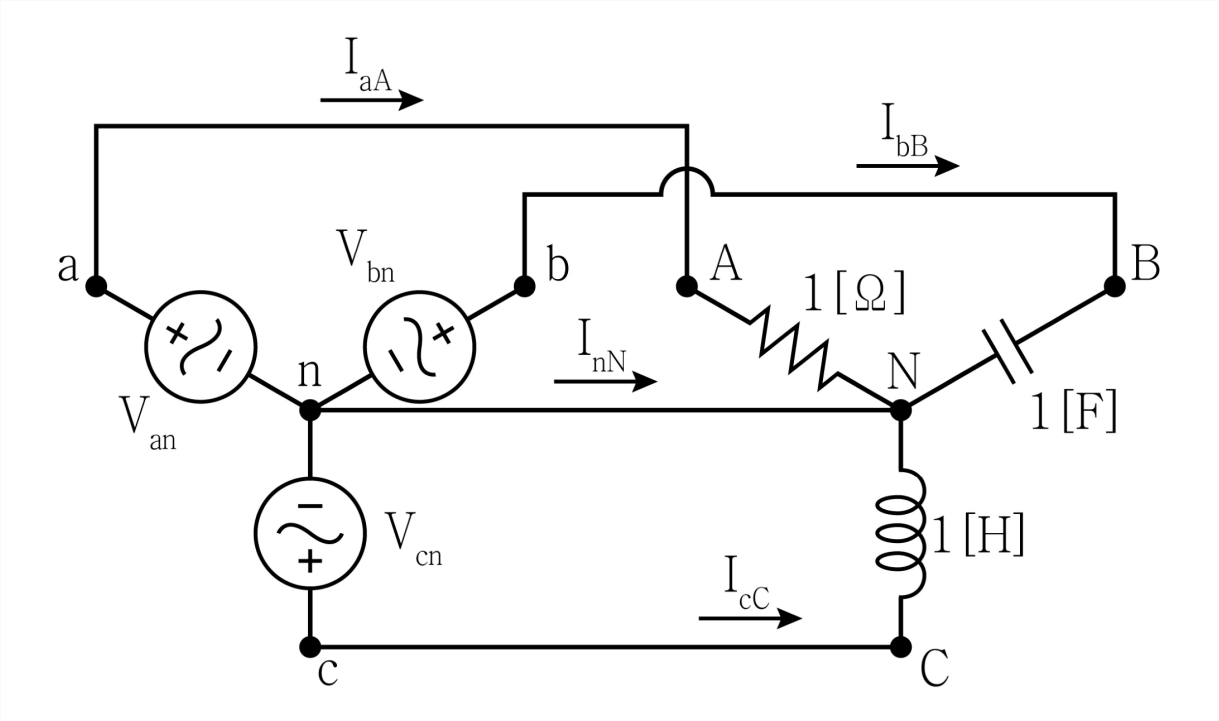
② O: 전파 정류는 음의 반주기를 양으로 뒤집으며, 이상적인 다이오드에는 전압 강하가 없으므로 **출력의 최댓값도 입력의 진폭 A와 같다**. 전파 정류된 정현파는 양의 반주기를 반복하므로 평균값은 $V_{o,\,\mathrm{avg}} = \frac{2A}{\pi}$이다. 평균값이 200 V이므로 $A = \frac{\pi}{2} \cdot 200 = 100\pi$ V이며, 이것이 출력의 최댓값이다.

③ X: 실효값은 전압을 제곱하여 한 주기 동안 평균한 뒤 제곱근을 취한 값이다. 전파 정류로 부호가 바뀌어도 **제곱한 값은 바뀌지 않으므로** 출력의 실효값은 입력 정현파의 실효값과 같다. 정현파의 제곱 평균은 진폭 제곱의 1/2이므로 $V_{o,\,\mathrm{rms}} = \frac{A}{\sqrt{2}}$이다. ②에서 구한 진폭을 대입하면 $\frac{100\pi}{\sqrt{2}} = 50\pi\sqrt{2}$ V이다. 따라서 선지의 실효값은 $50\pi\sqrt{2}$ V로 고쳐야 한다.

④ O: 그림 (가)의 입력은 원점에서 음의 값을 가지며, $\omega t = \frac{\pi}{6}$에서 처음으로 0을 지나 증가한다. 이는 기준 정현파보다 **위상이 30° 지연**된 모습이다. 따라서 입력전압은 $v(t) = A\sin(\omega t - \frac{\pi}{6})$ V로 나타낸다. $\frac{\pi}{6}$ rad는 30°이므로 선지의 위상 표현과 같다.

NoteBase

문 20. 그림의 Y-Y 결선 불평형 3상 부하 조건에서 중성점 간 전류 I_{nN} [A]의 크기는? (단, $\omega = 1[\text{rad/s}]$, $V_{an} = 100\angle 0^\circ[\text{V}]$, $V_{bn} = 100\angle -120^\circ[\text{V}]$, $V_{cn} = 100\angle -240^\circ[\text{V}]$이고, 모든 전압과 전류는 실횻값이다)



① $100\sqrt{3}$

② $200\sqrt{3}$

③ $100 + 50\sqrt{3}$

④ $100 + 100\sqrt{3}$

정답 4번

간단한 해설

중성선 전류는 세 상전류의 **페이저 합**과 반대 방향이며, b상과 c상 전류의 허수부는 서로 상쇄된다. 따라서 중성선 전류의 크기는 $100 + 100\sqrt{3}$ A이다.

NoteBase

계산 과정

중성점 n과 N은 도선으로 직접 연결되어 전위가 같다. 따라서 각 부하에는 주어진 상전압이 그대로 걸린다. 전원에서 부하로 흐르는 상전류를 각각 I_{aA}, I_{bB}, I_{cC}로 두고, j는 허수단위로 쓴다. 전압과 전류가 모두 실횻값이므로 최댓값으로 환산할 필요가 없다.

a상: 저항은 1 Ω이므로 전류는 전압과 위상이 같다. $I_{aA} = \frac{100\angle 0^\circ}{1} = 100[\mathrm{A}]$이다.

b상: 커패시터의 임피던스는 $Z_B = \frac{1}{j\omega C} = -j[\Omega]$이다. 따라서 **전류가 전압보다 90° 앞서므로** 전류의 위상은 $-120° + 90° = -30°$이다. $I_{bB} = 100\angle(-30^\circ)[\mathrm{A}]$이며, 직교형으로 쓰면 $I_{bB} = 50\sqrt{3} - j50[\mathrm{A}]$이다.

c상: 인덕터의 임피던스는 $Z_C = j\omega L = j[\Omega]$이다. 따라서 **전류가 전압보다 90° 뒤지므로** 전류의 위상은 $-240° - 90° = -330°$이며, 이는 30°와 같다. $I_{cC} = 100\angle 30^\circ\,[\mathrm{A}]$이므로 $I_{cC} = 50\sqrt{3} + j50[\mathrm{A}]$이다.

중성선 전류: 그림의 화살표를 기준으로 세 상전류와 I_{nN}은 모두 중성점 N으로 들어간다. 키르히호프 전류법칙에 따라 $I_{nN} = -(I_{aA} + I_{bB} + I_{cC})$이다. b상과 c상 전류의 허수부는 상쇄되고 실수부는 더해지므로, 세 상전류의 합은 $100 + 100\sqrt{3}[\mathrm{A}]$이다. 따라서 $I_{nN} = -(100 + 100\sqrt{3})[\mathrm{A}]$이며, 음의 부호는 합성 전류가 표시된 기준 방향과 반대임을 나타낸다.

구하는 것은 전류의 크기이므로 $|I_{nN}| = 100 + 100\sqrt{3}[\mathrm{A}]$이다. 이는 ④의 값과 일치한다.

NoteBase