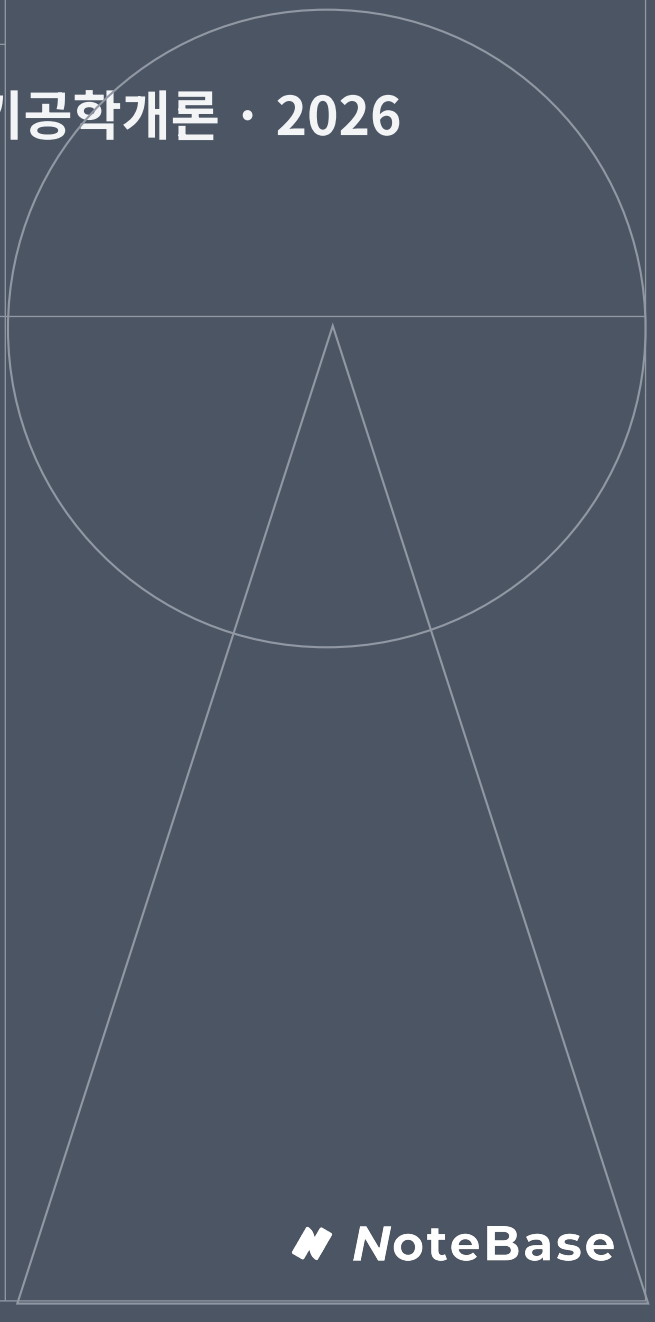
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2026



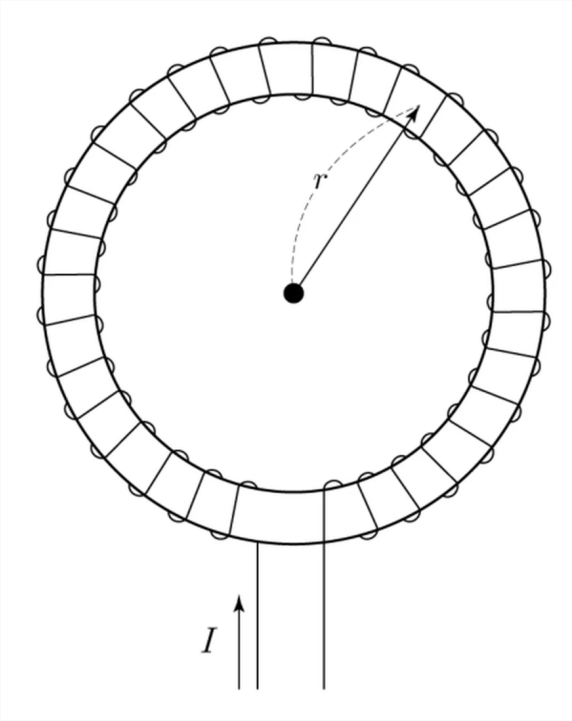
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2026

공무원/소방/간부후보 · 전기공학개론 · 2026

문 1. 자성체에 코일을 200회 감아 만든 환상 솔레노이드에 전류 $I[A]$를 흘렸다. 환상 솔레노이드의 평균 반지름 $r = 10[cm]$이고 내부 자계의 세기가 $5,000[AT/m]$일 때, 전류 $I[A]$는?



① π

② 2π

③ 3π

④ 4π

⑤ 5π

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 환상 솔레노이드 내부 자계 공식 $H = \frac{NI}{2\pi r}$를 이용해 전류 I를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값: 권수 $N = 200$, 평균 반지름 $r = 10cm = 0.1m$, 내부 자계의 세기 $H = 5,000AT/m$이다.
구해야 할 값: 전류 I이다.
주의할 조건: 자계 단위가 AT/m이므로 반지름은 반드시 m로 바꾸어 대입한다.

사용할 공식

환상 솔레노이드의 평균 자로 길이는 $2\pi r$이고, 기자력은 NI이므로 내부 자계는
$H = \frac{NI}{2\pi r}$
이다. 코일이 환상 자성체에 감겨 있고 평균 반지름이 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

$H = \frac{NI}{2\pi r}$
에서 I에 대해 정리하면
$I = \frac{H \cdot 2\pi r}{N}$
이다.
값을 대입하면
$I = \frac{5,000 \times 2\pi \times 0.1}{200} = \frac{1,000\pi}{200} = 5\pi$
이다. 따라서 전류는 $5\pi A$이다.

선지 판단

① X
- 계산 결과는 5π이므로 π는 틀리다. 틀린 표현 π → 올바르게는 5π이다.

② X
- 계산 결과는 5π이므로 2π는 틀리다. 틀린 표현 2π → 올바르게는 5π이다.

③ X
- 계산 결과는 5π이므로 3π는 틀리다. 틀린 표현 3π → 올바르게는 5π이다.

④ X
- 계산 결과는 5π이므로 4π는 틀리다. 틀린 표현 4π → 올바르게는 5π이다.

⑤ O
- $I = \frac{5,000 \times 2\pi \times 0.1}{200} = 5\pi$이므로 맞다. 계산 결과와 일치하므로 정답은 ⑤이다.

NoteBase

오답 포인트

가장 큰 함정은 $10cm$를 $0.1m$로 바꾸지 않거나, 환상 솔레노이드의 자로 길이 $2\pi r$를 빠뜨리는 것이다. 특히 $H = \frac{NI}{l}$에서 $l = 2\pi r$임을 연결하지 못하면 보기의 π, 2π, 3π, 4π 같은 값으로 흔들릴 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

환상 솔레노이드 문제는 평균 자로 길이 $2\pi r$를 먼저 잡고, $H = \frac{NI}{2\pi r}$에서 미지수를 정리한 뒤, cm를 m로 환산해 대입하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

환상 솔레노이드 내부 자계는 $H = \frac{NI}{2\pi r}$이다. 핵심은 직선 길이가 아니라 평균 원둘레 $2\pi r$가 자로 길이라는 점이다.

NoteBase

문 2. 변압기를 통해 3상 전원을 6상으로 변환하고자 할 때, 사용하는 결선 방법으로 옳지 않은 것은?

① 환상 결선

② 2중 Y-결선

③ 대각 결선

④ 스코트 결선

⑤ 포크 결선

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 3상 전원을 6상으로 변환하는 다상 변압기 결선법과, 3상-2상 변환용 결선인 스코트 결선을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

3상-6상 변환 결선은 3상 입력에서 위상차가 60 °인 6개의 상전압을 얻기 위한 결선이다.
스코트 결선은 3상과 2상 사이를 변환하는 결선으로, 6상 전원을 얻는 대표 결선법이 아니다.
판단 축은 출력 상수이다. 6상을 만들면 환상, 2중 Y, 대각, 포크, 폴리곤 계열을 떠올리고, 2상을 만들면 스코트 결선을 떠올린다.

선지별 해설

① O - 환상 결선은 권선을 고리 모양으로 연결하여 다상 전압을 얻는 방식으로, 3상 전원을 6상으로 변환할 때 사용할 수 있는 결선법이다.

② O - 2중 Y-결선은 두 조의 Y결선을 이용해 서로 다른 위상군을 만들고, 이를 통해 6상 전압을 얻는 방식이다.

③ O - 대각 결선은 3상 권선의 접속점을 대각 방향으로 조합하여 6개의 위상 전압을 얻는 6상 변환 결선법에 해당한다.

④ X - 틀린 부분은 '스코트 결선'이다. 스코트 결선은 3상 전원과 2상 전원을 상호 변환하는 결선이므로, 3상 전원을 6상으로 변환하는 결선 방법으로는 옳지 않다. 올바르게는 스코트 결선이 아니라 3상-6상 변환용 결선인 환상, 2중 Y, 대각, 포크, 폴리곤 계열을 사용한다고 정리한다.

⑤ O - 포크 결선은 3상 전원에서 6상 전압을 얻기 위한 변압기 결선법 중 하나이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 '상수 변환용 특수 결선'이라는 공통점만 보고 스코트 결선을 6상 변환 결선으로 착각하게 하는 데 있다. 스코트 결선의 핵심은 6상이 아니라 2상 변환이다.

다시 나오면 이렇게 판단

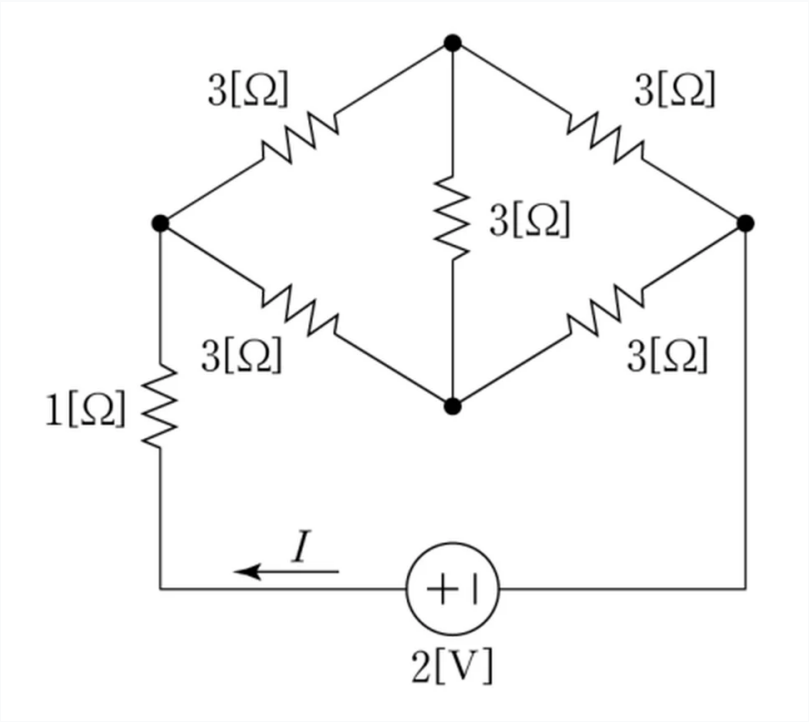
변압기 결선 문제가 나오면 먼저 출력 상수를 확인한다. 3상에서 6상으로 바꾸는 문제이면 6개의 위상 전압을 만드는 결선인지 판단하고, 스코트 결선처럼 3상-2상 변환용인 결선은 제외한다.

암기 포인트

스코트는 3상-2상, 6상 변환은 2중 Y · 대각 · 포크 · 환상 계열이다.

NoteBase

문 3. 다음 회로에서 전류 I[A]는?



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

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 대칭 회로에서 전위가 같은 두 점 사이의 저항에는 전류가 흐르지 않는다는 점을 이용해 등가저항과 전류 I를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 $2V$, 왼쪽 직렬 저항은 1Ω, 마름모 내부의 저항은 모두 3Ω이다.
구해야 할 값: 회로 전체에 흐르는 전류 I이다.
주의할 조건: 마름모 회로는 좌우 단자를 기준으로 상하가 대칭이므로 위쪽 꼭짓점과 아래쪽 꼭짓점의 전위가 같다.

NoteBase

사용할 공식

직렬 합성저항: $R = R_1 + R_2$
병렬 합성저항: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
옴의 법칙: $I = \frac{V}{R}$

이 공식을 쓰는 이유: 전원에서 본 회로는 왼쪽의 1Ω 저항과, 오른쪽 마름모 부분의 등가저항이 직렬로 연결된 형태이기 때문이다.

계산 과정

1. 마름모 회로는 상하 대칭이므로 위쪽 중간점과 아래쪽 중간점의 전위가 같다. 따라서 두 점을 잇는 가운데 3Ω 저항에는 전류가 흐르지 않는다.
2. 위쪽 경로의 저항은 $3\Omega + 3\Omega = 6\Omega$이고, 아래쪽 경로도 $3\Omega + 3\Omega = 6\Omega$이다.
3. 두 6Ω 경로가 병렬이므로 마름모 부분의 등가저항은 $R_d = \frac{6 \times 6}{6 + 6} = 3\Omega$이다.
4. 전체 등가저항은 왼쪽 1Ω와 직렬이므로 $R_{eq} = 1\Omega + 3\Omega = 4\Omega$이다.
5. 옴의 법칙에 따라 $I = \frac{2V}{4\Omega} = \frac{1}{2}A$이다.

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $\frac{1}{2}A$이므로 $\frac{1}{4}A$는 틀리다. 틀린 표현 $\frac{1}{4}$ → 올바르게는 $\frac{1}{2}$이다.

② X
- 전체 등가저항은 4Ω이므로 전류는 $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}A$이다. $\frac{1}{3}A$는 등가저항을 6Ω처럼 크게 잡았을 때 나오는 오답이다. 틀린 표현 $\frac{1}{3}$ → 올바르게는 $\frac{1}{2}$이다.

③ O
- 마름모 부분은 3Ω, 여기에 1Ω가 직렬로 더해져 전체가 4Ω이다. 따라서 $I = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}A$가 되어 맞다.

④ X
- $\frac{2}{3}A$는 전체 저항을 3Ω으로 본 값이다. 그러나 왼쪽의 1Ω 저항이 직렬로 포함되므로 전체 저항은 4Ω이다. 틀린 표현 $\frac{2}{3}$ → 올바르게는 $\frac{1}{2}$이다.

⑤ X
- $\frac{3}{4}A$가 되려면 전체 저항이 $\frac{8}{3}\Omega$이어야 하지만, 실제 전체 등가저항은 4Ω이다. 틀린 표현 $\frac{3}{4}$ → 올바르게는 $\frac{1}{2}$이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 가운데 3Ω 저항을 무조건 합성에 포함시키는 것이다. 이 회로는 좌우 단자 기준으로 상하가 대칭이므로 가운데 저항 양단의 전위차가 0이고, 그 저항에는 전류가 흐르지 않는다. 또 마름모 부분만 계산한 뒤 왼쪽 1Ω 직렬 저항을 빠뜨리면 ④처럼 $\frac{2}{3}A$를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

대칭 브리지 회로에서는 먼저 대칭축 위의 두 점 전위가 같은지 확인한다. 전위가 같으면 그 사이 저항은 전류가 0인 가지로 보고 제외한 뒤, 남은 직렬·병렬 저항을 합성하고 마지막에 옴의 법칙 $I = \frac{V}{R}$을 적용한다.

암기 포인트

대칭 브리지의 가운데 가지는 전위차가 0이면 전류도 0이다. 이 문제의 핵심은 가운데 3Ω 제외, $6\Omega \parallel 6\Omega = 3\Omega$, 마지막에 1Ω 직렬 추가이다.

NoteBase

문 4. 두 점전하에 의한 전계의 세기가 0[V/m]인 x축 상의 지점 [m]은?



① 2

② 3

③ 5

④ 6

⑤ 10

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 점전하가 만드는 전기장 $E = kQ/r^2$을 이용해 두 전하의 전기장이 서로 상쇄되는 x축 위의 위치를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $+1C$ 전하가 $x = 0m$, $+4C$ 전하가 $x = 15m$에 있다.
구해야 할 값: 두 점전하에 의한 합성 전기장의 세기가 $0V/m$인 지점의 x좌표이다.
주의할 조건: 두 전하가 모두 양전하이므로 전기장이 서로 반대 방향이 되는 구간은 두 전하 사이, 즉 $0 < x < 15$이다.

사용할 공식

점전하 전기장의 크기는 $E = kQ/r^2$이다.
합성 전기장이 0이 되려면 두 전기장의 방향이 반대이고 크기가 같아야 하므로, 두 전하 사이에서 $\frac{k \cdot 1}{x^2} = \frac{k \cdot 4}{(15-x)^2}$를 사용한다.

계산 과정

두 전하 사이의 한 점을 x라 하면 $+1C$ 전하까지의 거리는 x, $+4C$ 전하까지의 거리는 $15 - x$이다.
$\frac{k}{x^2} = \frac{4k}{(15-x)^2}$
양변에서 k를 약분하면 $(15 - x)^2 = 4x^2$이다.
두 전하 사이에서는 $15 - x > 0, x > 0$이므로 $15 - x = 2x$가 되고, $3x = 15$에서 $x = 5m$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: $x = 2m$에서는 거리비가 $2 : 13$이므로 $+1C$ 전하의 전기장이 훨씬 크다. 틀린 표현 2 → 올바르게는 5이다.
② X: $x = 3m$에서는 거리비가 $3 : 12$이고, 전기장 크기는 $1/3^2$와 $4/12^2$로 같지 않다. 틀린 표현 3 → 올바르게는 5이다.
③ O: $x = 5m$이면 두 전하까지의 거리가 각각 $5m$, $10m$이고, $k \cdot 1/5^2 = k \cdot 4/10^2$이므로 두 전기장의 크기가 같다. 방향은 서로 반대이므로 합성 전기장은 0이다.
④ X: $x = 6m$이면 거리비가 $6 : 9$라서 $\sqrt{1} : \sqrt{4} = 1 : 2$의 조건을 만족하지 않는다. 틀린 표현 6 → 올바르게는 5이다.
⑤ X: $x = 10m$은 $+4C$ 전하에 더 가까운 지점이라 더 큰 전하의 전기장이 지나치게 커진다. 틀린 표현 10 → 올바르게는 5이다.
계산 결과 전기장이 0인 위치는 $x = 5m$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전기장이 Q/r^2에 비례한다는 점이다. 전하량이 4배이면 같은 전기장 크기를 만들려면 거리가 2배가 되어야 하므로, 전기장 0점은 큰 전하 쪽이 아니라 작은 전하 $+1C$ 쪽에 더 가깝다.

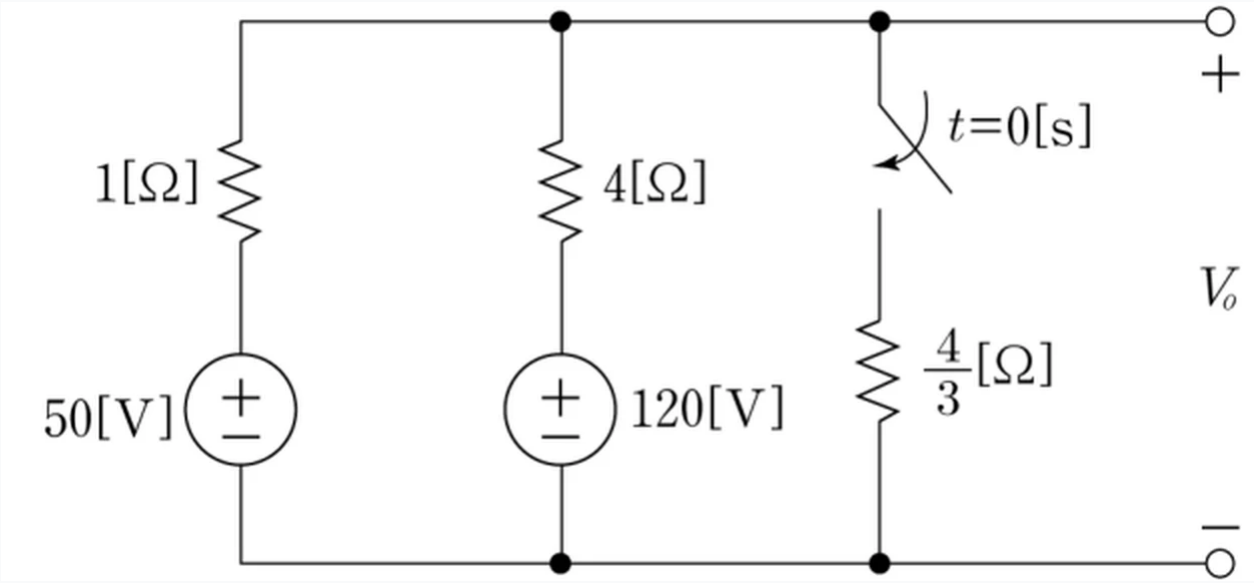
다시 나오면 이렇게 판단

같은 부호의 두 점전하 문제에서는 먼저 두 전하 사이만 후보로 잡고, 거리비를 $r_1 : r_2 = \sqrt{Q_1} : \sqrt{Q_2}$로 둔다. 이 문제에서는 $r_1 : r_2 = 1 : 2$이고 전체 거리가 $15m$이므로 $+1C$에서 $5m$ 떨어진 지점이다.

암기 포인트

같은 부호 전하의 전기장 0점은 두 전하 사이에 있고, 더 작은 전하 쪽에 더 가깝다. 전하량비가 $1 : 4$이면 거리비는 $1 : 2$이다.

문 5. 다음 회로에서 $V_o = V_1[V](t<0)$이고 $V_o = V_2[V](t>0)$일 때, $V_1 - V_2$의 값 [V] 은?



① 12

② 24

③ 48

④ 60

⑤ 120

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 스위치 개방 전후의 출력 단자 전압을 노드 전압법으로 각각 구한 뒤 $V_1 - V_2$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

스위치가 열려 있는 $t<0$에서는 1Ω 저항과 50V 전원 가지, 4Ω 저항과 120V 전원 가지가 출력 노드에 연결된다.
스위치가 닫히는 $t>0$에서는 여기에 4/3Ω 저항이 아래 기준 노드로 추가 연결된다.
구해야 할 값은 $V_1 - V_2$이다.

사용할 공식

출력 노드 전압을 V라 두고, 각 가지 전류의 합이 0이라는 KCL을 적용한다.
$\sum \frac{V - E_k}{R_k} = 0$
각 전원은 위쪽 단자가 +이므로 저항 아래쪽 노드 전위가 각각 50V, 120V로 주어진다. 따라서 출력 노드에서 각 전원 쪽으로 흐르는 전류를 $(V - E_k)/R_k$로 둘 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. $t<0$에서는 스위치가 열려 있으므로 4/3Ω 가지를 제외한다.

$\frac{V_1-50}{1}+\frac{V_1-120}{4}=0$

$4(V_1-50)+(V_1-120)=0$

$5V_1-320=0,\quad V_1=64V$

2. $t>0$에서는 4/3Ω 저항이 기준 노드에 연결된다.

$\frac{V_2-50}{1}+\frac{V_2-120}{4}+\frac{V_2}{4/3}=0$

$(V_2-50)+\frac{V_2-120}{4}+\frac{3}{4}V_2=0$

양변에 4를 곱하면

$4V_2-200+V_2-120+3V_2=0$

$8V_2-320=0,\quad V_2=40V$

3. 따라서

$V_1-V_2=64-40=24V$

선지 판단

① X

- 계산 결과는 24V이므로 12V가 아니다. 틀린 표현 12 → 올바르게는 24이다.

② O

- $V_1=64V$, $V_2=40V$이므로 $V_1-V_2=24V$이다.

③ X

- 48V는 스위치 전후 노드 전압 차가 아니다. 틀린 표현 48 → 올바르게는 24이다.

④ X

- 60V는 V_1도 V_2도 아니며 두 전압의 차도 아니다. 틀린 표현 60 → 올바르게는 24이다.

⑤ X

- 120V는 오른쪽 가지의 전원 전압일 뿐, 출력 전압 변화량이 아니다. 틀린 표현 120 → 올바르게는 24이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 120V 전원을 그대로 답으로 고르거나, 스위치가 닫힌 뒤 추가되는 4/3Ω 저항을 누락하는 것이다. $t>0$에서는 출력 노드에서 기준 노드로 흐르는 전류 $V_2/(4/3)$가 반드시 KCL에 포함된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

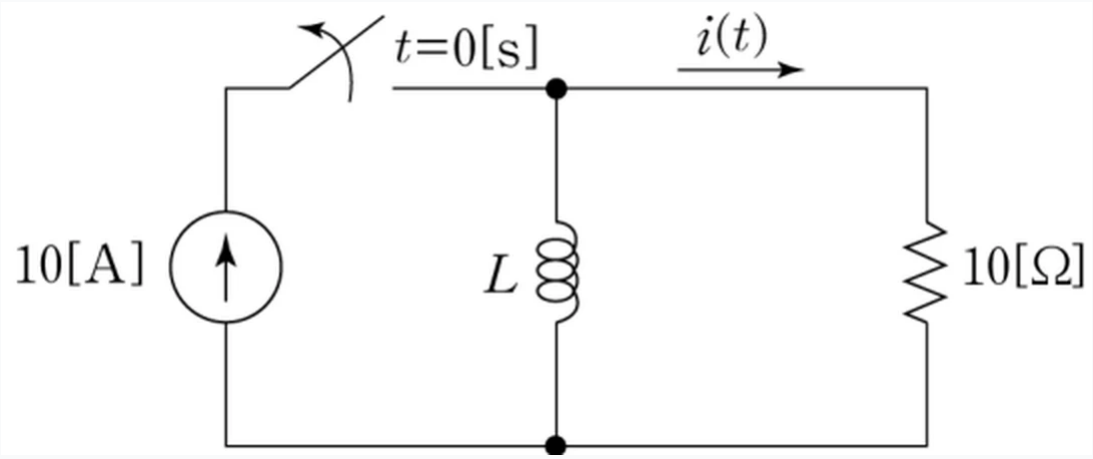
스위칭 회로의 전압 변화 문제는 스위치 전 상태와 후 상태를 각각 독립된 저항 회로로 다시 그린 뒤, 같은 기준 노드에서 KCL을 세워 두 전압을 비교한다.

암기 포인트

스위치가 열리면 해당 가지는 전류 0, 스위치가 닫히면 해당 가지는 회로에 포함된다. 노드 전압 문제에서는 추가된 병렬 가지가 분모의 컨덕턴스를 바꾼다.

NoteBase

문 6. 다음 회로에서 전류 $i(t) = -10e^{-10t}[\mathrm{A}](t > 0)$일 때, 인덕터 L의 값 [H]은?



① 1

② 5

③ 10

④ 20

⑤ 100

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 스위치 동작 후 전류원에서 분리된 병렬 R-L 회로의 자연응답에서 지수 감쇠 계수 R/L를 이용해 인덕턴스 L을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항은 $R = 10\Omega$, 전류는 $i(t) = -10e^{-10t}[A]$이다.
구해야 할 값: 인덕터의 인덕턴스 $L[H]$이다.
주의할 조건: $t > 0$에서는 전류원이 스위치에 의해 분리되고, 저항과 인덕터만 남은 병렬 R-L 자연응답으로 본다.

사용할 공식

병렬 R-L 자연응답의 전류는
$i(t) = I_0 e^{-(R/L)t}$
꼴로 감쇠한다.

이 공식을 쓰는 이유: 저항과 인덕터가 같은 두 노드에 병렬로 연결되어 있고 독립전원이 제거된 뒤 저장 에너지에 의해 전류가 감쇠하므로, 감쇠 계수는 R/L이다.

NoteBase

계산 과정

1. 주어진 전류식 $i(t) = -10e^{-10t}$에서 지수부의 감쇠 계수는 10이다.
2. 병렬 R-L 자연응답에서는 감쇠 계수 R/L가 10과 같으므로 $R/L = 10$이다.
3. $R = 10\Omega$를 대입하면
$\frac{10}{L} = 10$
이므로 $L = 1H$이다.

선지 판단

① O
- 계산 결과 $L = 1H$이므로 ①은 맞다.

② X
- $L = 5H$이면 감쇠 계수는 $R/L = 10/5 = 2$가 되어 e^{-2t} 꼴이어야 한다. 틀린 표현 $5H$ → 올바르게는 $1H$이다.

③ X
- $L = 10H$이면 감쇠 계수는 $10/10 = 1$이 되어 주어진 e^{-10t}와 맞지 않는다. 틀린 표현 $10H$ → 올바르게는 $1H$이다.

④ X
- $L = 20H$이면 감쇠 계수는 $10/20 = 0.5$가 되어 감쇠가 훨씬 느리다. 틀린 표현 $20H$ → 올바르게는 $1H$이다.

⑤ X
- $L = 100H$이면 감쇠 계수는 $10/100 = 0.1$이 되어 주어진 감쇠 계수 10과 반대 방향으로 차이가 크다. 틀린 표현 $100H$ → 올바르게는 $1H$이다.

계산 결과 $L = 1H$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 직렬 R-L 회로의 시정수와 병렬 R-L 회로의 감쇠 계수를 혼동하게 하는 점이다. 이 회로는 스위치가 열린 뒤 저항과 인덕터가 병렬로 남으므로 지수부의 10은 L/R이 아니라 R/L이다.

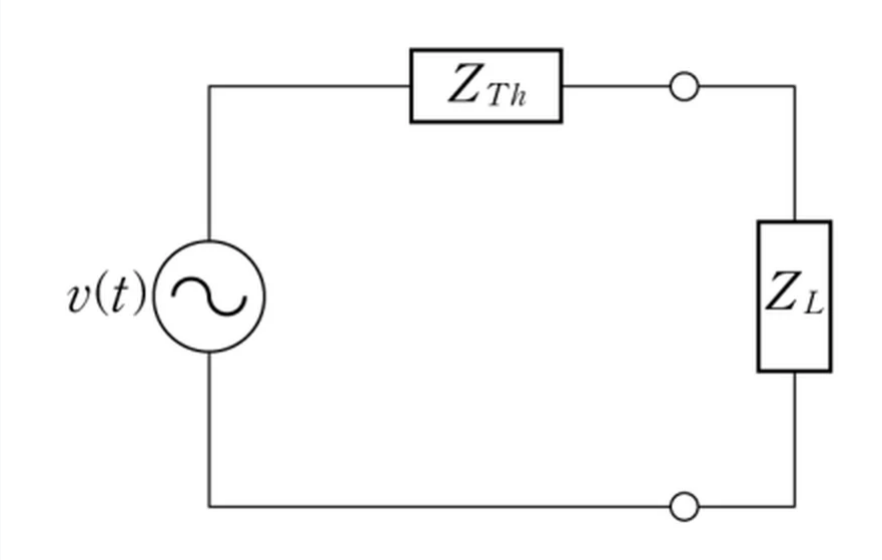
다시 나오면 이렇게 판단

스위치 후 회로에서 독립전원이 사라지고 병렬 R-L만 남으면 자연응답을 $e^{-(R/L)t}$로 놓고, 주어진 지수의 계수와 R/L를 바로 비교한다.

암기 포인트

병렬 R-L 자연응답의 감쇠 계수는 R/L, 시정수는 L/R이다. 지수부가 e^{-10t}이면 $R/L = 10$이다.

문 7. 다음 교류 회로에서 테브난 등가 임피던스 $Z_{Th} = 4 + j3[\Omega]$일 때, 최대전력전달 조건을 만족하는 부하 $Z_L = R_L + jX_L[\Omega]$의 리액턴스 $X_L[\Omega]$은? (단, 부하 저항 $R_L = 4[\Omega]$이다)



① -4

② -3

③ 0

④ 3

⑤ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 교류 회로의 최대전력전달 조건을 이용해 부하 리액턴스 X_L를 구하는 문제이다. 테브난 임피던스가 복소수일 때 부하 임피던스는 테브난 임피던스의 켤레복소수가 되어야 최대전력이 전달된다.

조건 정리

주어진 값: 테브난 등가 임피던스 $Z_{Th} = 4 + j3[\Omega]$이다.
구해야 할 값: 부하 $Z_L = R_L + jX_L[\Omega]$의 리액턴스 X_L이다.
주의할 조건: 부하 저항은 $R_L = 4[\Omega]$로 이미 주어져 있으며, 테브난 저항 4[Ω]와 같다.

NoteBase

사용할 공식

교류 회로의 최대전력전달 조건은
$Z_L = Z_{Th}^*$
이다.
즉 $Z_{Th} = R_{Th} + jX_{Th}$이면 최대전력전달을 위한 부하는
$Z_L = R_{Th} - jX_{Th}$
가 된다. 전원 내부 임피던스와 부하 임피던스의 리액턴스가 서로 상쇄되어 전체 리액턴스가 0이 되어야 하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 테브난 임피던스는 $Z_{Th} = 4 + j3[\Omega]$이므로 $R_{Th} = 4[\Omega]$, $X_{Th} = 3[\Omega]$이다.
2. 최대전력전달 조건에서 부하는 켤레복소수이므로 $Z_L = Z_{Th}^* = 4 - j3[\Omega]$이다.
3. 문제에서 $Z_L = R_L + jX_L$이고 $R_L = 4[\Omega]$이므로 $jX_L = -j3$이다.
4. 따라서 $X_L = -3[\Omega]$이다.

선지 판단

① X
- -4는 계산 결과 $-3[\Omega]$와 다르다. 틀린 표현 $-4 \rightarrow$ 올바르게는 -3이다. 4는 저항 성분 R_L의 값이지 리액턴스의 크기가 아니다.

② O
- 최대전력전달 조건에서 $Z_L = Z_{Th}^* = 4 - j3[\Omega]$이므로 $X_L = -3[\Omega]$이다.

③ X
- 0이면 부하가 순저항이 되어 $Z_L = 4[\Omega]$가 된다. 틀린 표현 $0 \rightarrow$ 올바르게는 -3이다. 테브난 임피던스의 $+j3$ 성분을 상쇄하려면 부하에 $-j3$ 성분이 필요하다.

④ X
- 3은 테브난 리액턴스 X_{Th}와 같은 부호이다. 틀린 표현 $3 \rightarrow$ 올바르게는 -3이다. 최대전력전달에서는 같은 리액턴스가 아니라 켤레복소수 관계가 필요하다.

⑤ X
- 4는 부하 저항 R_L의 값과 같지만, 물은 값은 리액턴스 X_L이다. 틀린 표현 $4 \rightarrow$ 올바르게는 -3이다.

계산 결과 $X_L = -3[\Omega]$이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 최대전력전달 조건을 $Z_L = Z_{Th}$로 착각하는 것이다. 교류 회로에서는 임피던스가 그대로 같아지는 것이 아니라 켤레복소수 관계가 되어야 하므로 $+j3$에 대응하는 부하 리액턴스는 $-3[\Omega]$이다. 또한 문제에서 이미 $R_L = 4[\Omega]$라고 준 값을 다시 답으로 고르면 저항과 리액턴스를 혼동한 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

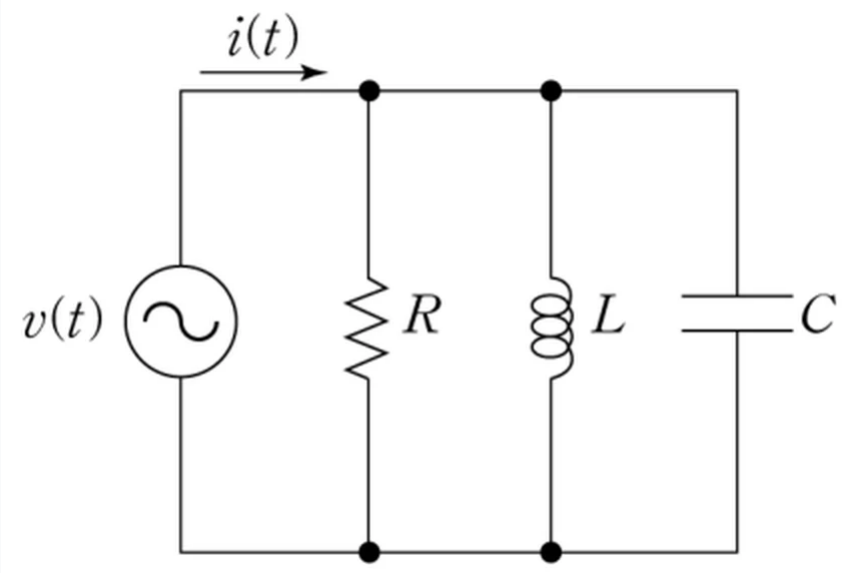
교류 최대전력전달 문제는 먼저 $Z_{Th} = R_{Th} + jX_{Th}$를 읽고, 부하 조건을 $Z_L = R_{Th} - jX_{Th}$로 잡은 뒤, 문제에서 요구하는 성분이 저항인지 리액턴스인지 구분해 판단한다.

암기 포인트

교류 최대전력전달은 $Z_L = Z_{Th}^*$이다. 실수부는 같고 허수부는 부호가 반대이다.

NoteBase

문 8. 다음 회로에 전압 $v(t) = V_m\cos(120\pi t + 30^\circ)$를 인가하여 전류 $i(t) = I_m\cos(120\pi t + 30^\circ)$가 되었다. 이 회로에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?



① V_m이 일정하면 I_m은 저항 R의 크기에 반비례한다.

② $v(t)$의 주파수가 2배가 되면, $i(t)$의 위상이 달라진다.

③ 인덕터 L의 값이 2배가 되고 커패시터 C의 값이 0.5배가 되면, $i(t)$의 위상은 달라지지 않는다.

④ V_m이 바뀌어도 $i(t)$의 위상은 달라지지 않는다.

⑤ 주파수가 일정하면 커패시터 C의 서셉턴스 B_C와 인덕터 L의 서셉턴스 B_L은 같다.

정답 5번

출제 포인트

병렬 RLC 회로에서 전체 전류와 전압이 동상일 때의 어드미턴스 조건과 주파수, R, L, C, V_m 변화가 전류의 크기와 위상에 미치는 영향을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 회로는 저항 R, 인덕터 L, 커패시터 C가 병렬로 연결된 회로이다.
전압은 $v(t) = V_m\cos(120\pi t + 30^\circ)$, 전체 전류는 $i(t) = I_m\cos(120\pi t + 30^\circ)$이므로 전압과 전체 전류의 위상이 같다.
병렬회로의 어드미턴스는 $Y = G + j(B_C - B_L)$이고, 동상 조건은 허수부가 0인 $B_C = B_L$이다.

NoteBase

사용할 공식

$Y = \frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)$
$B_C = \omega C, \quad B_L = \frac{1}{\omega L}$
전체 전류와 전압이 동상이 되려면 어드미턴스의 위상각이 0이어야 하므로 $\omega C - 1/(\omega L) = 0$, 즉 $B_C = B_L$을 사용한다.

계산 과정

동상 조건에서 $B_C = B_L$이므로 유도성 무효전류와 용량성 무효전류가 서로 상쇄된다.
따라서 전체 전류는 저항 가지 전류만 남아 $I_m = V_m/R$이 된다.
주파수가 바뀌면 $B_C = \omega C$는 주파수에 비례하고 $B_L = 1/(\omega L)$는 주파수에 반비례하므로 두 서셉턴스의 균형이 깨질 수 있다.

선지별 해설

① O
- 동상 조건에서는 무효전류가 상쇄되어 전체 전류가 저항 전류와 같으므로 $I_m = V_m/R$이다. V_m이 일정하면 I_m은 R에 반비례한다.

② O
- 주파수가 2배가 되면 $B_C = \omega C$는 2배, $B_L = 1/(\omega L)$는 0.5배가 된다. 처음의 $B_C = B_L$ 조건이 깨지므로 전체 전류 $i(t)$의 위상이 달라진다.

③ O
- L이 2배가 되면 $B_L = 1/(\omega L)$은 0.5배가 되고, C가 0.5배가 되면 $B_C = \omega C$도 0.5배가 된다. 두 서셉턴스가 같은 비율로 줄어들어 $B_C = B_L$ 관계가 유지되므로 $i(t)$의 위상은 달라지지 않는다.

④ O
- V_m은 전압의 크기만 바꾸는 값이고, 회로의 위상 특성은 R, L, C, ω로 정해지는 어드미턴스의 위상에 의해 결정된다. 따라서 V_m이 바뀌어도 $i(t)$의 위상은 달라지지 않는다.

⑤ X
- 틀린 표현은 '주파수가 일정하면 B_C와 B_L은 같다'이다. 주파수가 일정하다는 사실만으로 두 서셉턴스가 같아지는 것은 아니다. 올바르게는 전압과 전체 전류가 동상인 병렬공진 조건에서 $\omega C = 1/(\omega L)$, 즉 $B_C = B_L$이 성립한다.

NoteBase

오답 포인트

⑤는 이 회로가 현재 동상이라는 조건 때문에 $B_C = B_L$인 것을 '주파수가 일정하기 때문'이라고 잘못 설명한다. 일정한 주파수에서도 L과 C 값이 공진 조건을 만족하지 않으면 B_C와 B_L은 서로 다르다.

다시 나오면 이렇게 판단

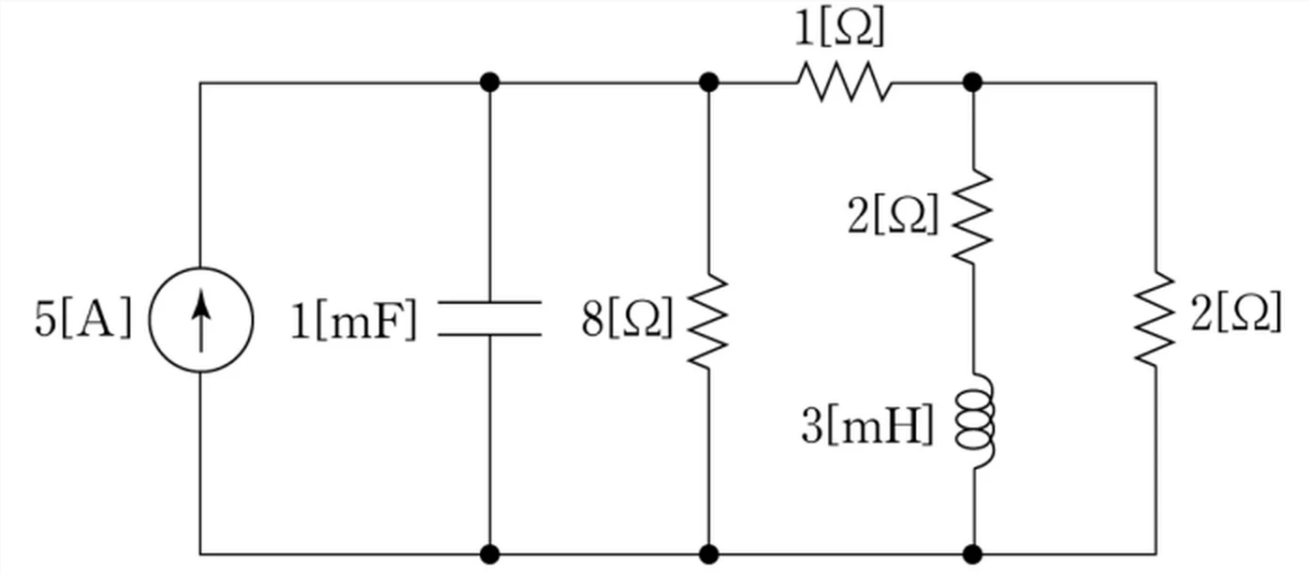
병렬 RLC에서 전체 전류와 전압이 동상이라고 주어지면 먼저 $Y = 1/R + j(\omega C - 1/(\omega L))$의 허수부를 0으로 두어 $B_C = B_L$인지 판단한다. 전류 크기는 동상 조건에서 $I_m = V_m/R$로 보고, 위상 변화는 B_C와 B_L의 균형이 유지되는지로 판단한다.

암기 포인트

병렬공진은 $B_C = B_L$, 즉 $\omega C = 1/(\omega L)$이고, 이때 전체 전류는 저항 전류만 남아 전압과 동상이다.

NoteBase

문 9. 다음 회로에서 인덕터와 커패시터에 저장되는 총 에너지[mJ]는? (단, 회로는 정상상태에 도달해 있다)



① 28

② 32

③ 38

④ 42

⑤ 48

정답 3번

출제 포인트

정상상태 직류 회로에서 커패시터는 개방, 인덕터는 단락으로 바꾸어 커패시터와 인덕터에 저장되는 에너지의 합을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전류원 $5A$, 커패시터 $1mF$, 인덕터 $3mH$, 저항 8Ω, 1Ω, 2Ω, 2Ω이다.
구해야 할 값: $W_C + W_L$이다.
주의할 조건: 정상상태 직류에서 커패시터는 전류가 흐르지 않는 개방 회로이고, 인덕터는 전압강하가 없는 단락 회로이다.

NoteBase

사용할 공식

커패시터 저장 에너지는 $W_C = \frac{1}{2}CV^2$이고, 인덕터 저장 에너지는 $W_L = \frac{1}{2}LI^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제는 정상상태에서 커패시터 양단 전압과 인덕터 전류가 정해진 뒤 두 소자에 저장된 에너지를 묻고 있기 때문이다.

계산 과정

1. 정상상태에서 오른쪽의 인덕터는 단락이므로, 오른쪽 위 노드에서 접지로 내려가는 두 가지 가지는 각각 2Ω와 2Ω이다. 따라서 병렬합은 $2 \parallel 2 = 1\Omega$이다.
2. 왼쪽 위 노드에서 오른쪽 경로로 본 저항은 $1\Omega + 1\Omega = 2\Omega$이고, 이것이 8Ω와 병렬이다. 등가저항은 $8 \parallel 2 = 1.6\Omega$이다.
3. 전류원 $5A$가 왼쪽 위 노드로 유입되므로 커패시터 양단 전압은 $V_C = 5 \times 1.6 = 8V$이다.
4. 오른쪽 위 노드는 1Ω과 1Ω의 분압점이므로 전압은 $4V$이다. 인덕터와 직렬인 2Ω 가지의 전류는 $I_L = 4/2 = 2A$이다.
5. 저장 에너지는 $W_C = \frac{1}{2} \times 0.001 \times 8^2 = 0.032J = 32mJ$, $W_L = \frac{1}{2} \times 0.003 \times 2^2 = 0.006J = 6mJ$이다.
6. 총 에너지는 $32mJ + 6mJ = 38mJ$이다.

선지 판단

① X: 계산 결과는 $38mJ$이므로 $28mJ$는 작다. 틀린 표현 $28mJ$ → 올바르게는 $38mJ$이다.
② X: $32mJ$는 커패시터 에너지 W_C만 계산한 값이고, 인덕터 에너지 $6mJ$를 빠뜨린 값이다. 틀린 표현 $32mJ$ → 올바르게는 $38mJ$이다.
③ O: 커패시터 에너지 $32mJ$와 인덕터 에너지 $6mJ$를 더하면 총 에너지는 $38mJ$이다.
④ X: 총 에너지는 $38mJ$이지 $42mJ$가 아니다. 틀린 표현 $42mJ$ → 올바르게는 $38mJ$이다.
⑤ X: 오른쪽 두 2Ω 가지를 병렬로 보아 인덕터 전류를 $2A$로 구해야 하므로 $48mJ$는 과대 계산한 값이다. 틀린 표현 $48mJ$ → 올바르게는 $38mJ$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 정상상태에서 커패시터와 인덕터의 등가 처리를 반대로 하거나, 커패시터 에너지 $32mJ$만 구하고 인덕터 에너지 $6mJ$를 더하지 않는 것이다. 특히 ②는 커패시터만 고려했을 때 바로 나오는 값이다.

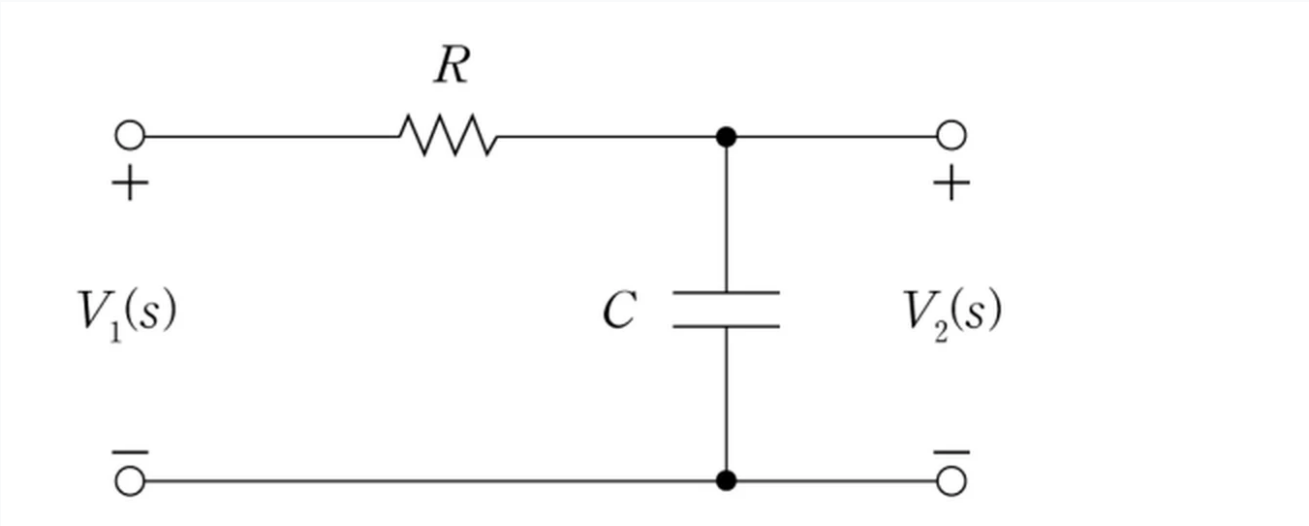
다시 나오면 이렇게 판단

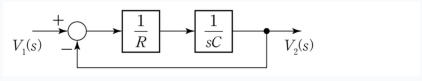
정상상태 직류 에너지 문제는 먼저 커패시터를 개방, 인덕터를 단락으로 바꾼 뒤 V_C와 I_L을 각각 구하고, 마지막에 $\frac{1}{2}CV^2$와 $\frac{1}{2}LI^2$를 더해 판단한다.

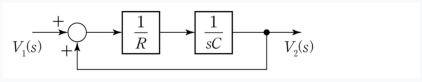
암기 포인트

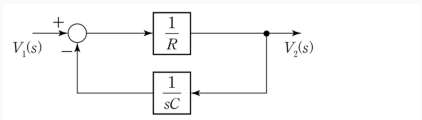
정상상태 직류에서는 커패시터는 열린 스위치, 인덕터는 닫힌 스위치처럼 처리하고, 저장 에너지는 C에는 전압, L에는 전류를 넣는다.

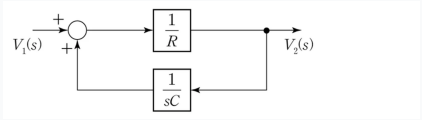
문 10. 다음 회로의 블록선도로 옳은 것은?

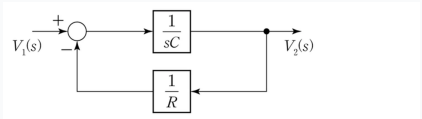


① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 RC 저역통과 회로에서 출력 $V_2(s)$가 커패시터 전압이고, 저항 전류가 $(V_1(s) - V_2(s))/R$로 정해진다는 점을 블록선도로 옮기는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 합산점에서 $V_1(s) - V_2(s)$를 만들고, 이를 $1/R$에 통과시켜 저항 전류 $I(s) = (V_1(s) - V_2(s))/R$를 얻는다. 커패시터 전압은 $V_2(s) = I(s)/(sC)$이므로 $1/(sC)$ 블록 뒤의 신호가 출력이 된다. 따라서 회로와 같은 음의 피드백 블록선도이다.

② X
- 틀린 표현은 피드백 신호가 합산점에 더해지는 부분이다. 실제 회로에서 저항 양단 전압은 $V_1(s) - V_2(s)$이므로 피드백은 음의 부호로 들어가야 한다. 올바르게는 ①처럼 출력 $V_2(s)$를 빼야 한다.

③ X
- 틀린 표현은 커패시터 블록 $1/(sC)$을 피드백 경로에 둔 부분이다. 실제로 $1/(sC)$는 전류를 커패시터 전압 $V_2(s)$로 바꾸는 요소이므로 출력 직전의 전방 경로에 있어야 한다. 올바르게는 합산점 뒤에 $1/R$, 그 다음에 $1/(sC)$가 온다.

④ X
- 틀린 표현은 ③의 구조에 더해 피드백 부호까지 양의 부호로 둔 부분이다. 실제 회로는 $V_1(s) + V_2(s)$가 아니라 $V_1(s) - V_2(s)$가 저항에 걸린다. 올바르게는 음의 피드백이고, $1/(sC)$는 전방 경로에서 $1/R$ 뒤에 놓인다.

⑤ X
- 틀린 표현은 $1/(sC)$를 먼저 전방 경로에 두고 $1/R$을 피드백 경로에 둔 부분이다. 실제 회로에서는 먼저 저항이 전압차를 전류로 바꾸는 $1/R$ 역할을 하고, 그 전류가 커패시터를 통해 전압으로 적분된다. 올바르게는 전방 경로가 $1/R \rightarrow 1/(sC)$ 순서이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 RC 회로의 전달함수 $V_2(s)/V_1(s) = 1/(1 + sRC)$만 떠올리고 블록 내부의 신호 흐름을 대충 맞추는 것이다. 블록선도에서는 저항이 전압차를 전류로 바꾸고, 커패시터가 그 전류를 전압으로 바꾸므로 부호와 블록 순서가 모두 맞아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

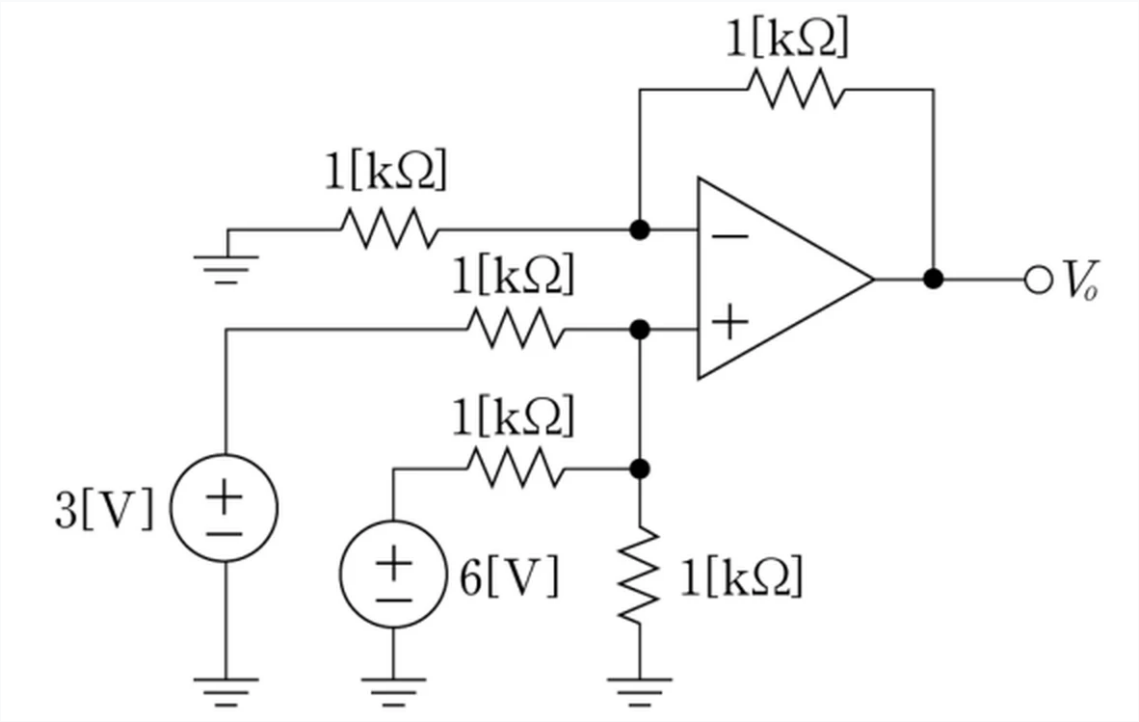
출력 전압이 커패시터 전압이면 먼저 저항 양단 전압을 $V_1 - V_2$로 잡는다. 그 다음 $1/R$로 전류를 만들고, $1/(sC)$로 커패시터 전압을 만든다고 판단한다.

암기 포인트

RC 저역통과 회로의 블록선도는 $V_1 - V_2 \rightarrow 1/R \rightarrow 1/(sC) \rightarrow V_2$ 순서와 음의 피드백이다.

NoteBase

문 11. 다음 연산증폭기 회로의 출력전압 $V_o[V]$는? (단, 연산증폭기는 이상적이라고 가정한다)



① 3

② 6

③ 9

④ 12

⑤ 15

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 이상적 연산증폭기의 입력 전류 0, 가상단락, 비반전 증폭기 이득을 이용해 출력전압 V_o를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 모든 저항은 $1k\Omega$이고, 비반전 입력 (+) 노드는 $3V$, $6V$, 접지에 각각 $1k\Omega$로 연결되어 있다.
구해야 할 값: 출력전압 V_o이다.
주의할 조건: 연산증폭기가 이상적이므로 입력단으로 전류가 흐르지 않고, 음의 피드백 상태에서 $V_- = V_+$가 성립한다.

NoteBase

사용할 공식

비반전 입력 노드 전압:
$V_+ = \frac{3+6+0}{3} = 3V$
비반전 증폭기 출력:
$V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_g}\right) V_+$
이 공식을 쓰는 이유: (−) 입력에는 출력에서 되먹임되는 $R_f = 1k\Omega$와 접지로 내려가는 $R_g = 1k\Omega$가 있어 비반전 증폭기 구조가 된다.

계산 과정

1. (+) 입력 노드는 입력 전류가 0이므로 세 개의 $1k\Omega$ 저항으로 연결된 $3V$, $6V$, $0V$의 평균 전압이 된다.
$V_+ = \frac{3+6+0}{3} = 3V$
2. 이상적 연산증폭기에서 음의 피드백이 걸려 있으므로 $V_- = V_+ = 3V$이다.
3. (−) 입력 쪽은 $R_f = R_g = 1k\Omega$인 비반전 증폭기이므로 전압 이득은 $1 + R_f/R_g = 2$이다.
$V_o = 2 \times 3 = 6V$

선지 판단

① X - $3V$는 (+) 입력 노드 전압 V_+이다. 틀린 표현 → 출력전압은 이 값에 비반전 이득 2가 곱해진 $6V$이다.
② O - 계산 결과 $V_o = 6V$이므로 옳다.
③ X - $9V$는 $3V$와 $6V$를 단순히 더한 값을 출력으로 착각한 값이다. 틀린 표현 → (+) 입력 노드는 세 저항이 같은 값이므로 $(3 + 6 + 0)/3 = 3V$이고, 출력은 $6V$이다.
④ X - $12V$는 $6V$에 이득 2만 곱한 값처럼 볼 수 있으나 (+) 입력 전압이 $6V$가 아니다. 틀린 표현 → (+) 입력 전압은 $3V$, 출력은 $6V$이다.
⑤ X - $15V$는 입력 전압들을 잘못 합산한 오답이며 회로의 노드 방정식과 맞지 않는다. 틀린 표현 → 이상적 입력 전류 0 조건에서 $V_+ = 3V$, $V_o = 6V$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 (+) 입력에 연결된 $3V$와 $6V$를 그대로 더하거나, (+) 입력 전압을 $6V$로 착각하는 것이다. 같은 저항으로 $3V$, $6V$, 접지가 연결되어 있으므로 먼저 노드 전압을 평균값 $3V$로 구해야 한다.

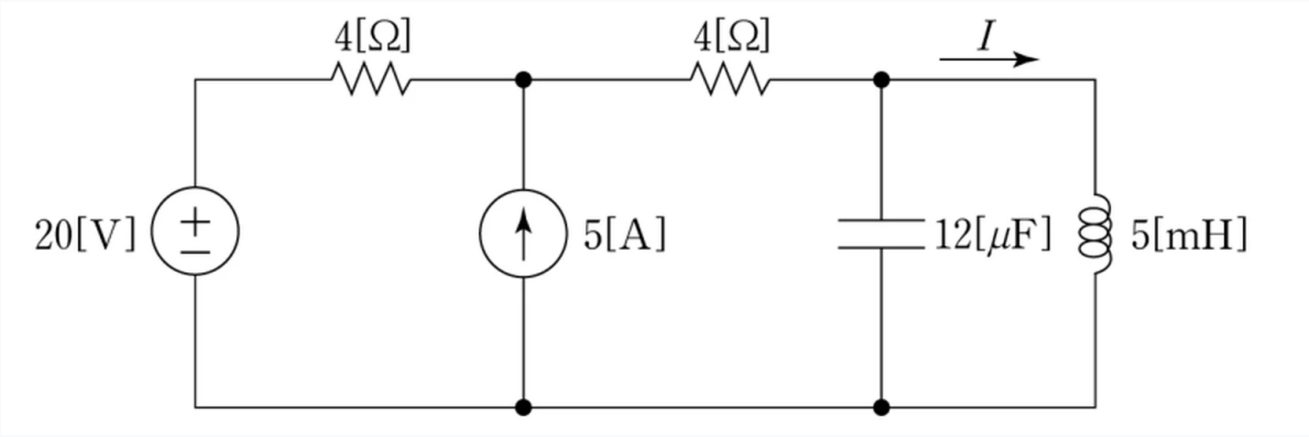
다시 나오면 이렇게 판단

이상적 연산증폭기 회로는 입력 전류 0으로 입력 노드 전압을 먼저 구하고, 음의 피드백이면 $V_- = V_+$를 적용한 뒤, 피드백 저항망의 폐루프 이득으로 출력전압을 계산한다.

암기 포인트

같은 저항으로 여러 전압원이 한 노드에 연결되면 그 노드 전압은 평균값이 되고, 비반전 증폭기 이득은 $1 + R_f/R_g$이다.

문 12. 다음 회로에서 전류 I[A]는? (단, 회로는 정상상태에 도달해 있다)



① 4

② 4.5

③ 5

④ 5.5

⑤ 6

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직류 정상상태에서 커패시터와 인덕터를 등가회로로 바꾼 뒤, 절점전압법으로 인덕터 전류 I를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압원 $20V$, 전류원 $5A$, 저항 4Ω 2개, 커패시터 $12\mu F$, 인덕터 $5mH$이다.
구해야 할 값: 오른쪽 위 도선에서 인덕터 쪽으로 흐르는 전류 I이다.
주의할 조건: 회로가 정상상태에 도달한 직류 회로이므로 커패시터는 개방, 인덕터는 단락으로 본다.

NoteBase

사용할 공식

직류 정상상태 등가:

$i_C = 0$

$v_L = 0$

절점전압법:

$\sum i_{\text{leaving}} = \sum i_{\text{entering}}$

이 공식을 쓰는 이유: 정상상태에서 커패시터 가지에는 전류가 흐르지 않고, 인덕터는 도선처럼 동작하여 오른쪽 위 절점이 아래 기준선과 같은 전위가 된다. 따라서 가운데 절점 전압만 구하면 오른쪽 4Ω 저항을 지나 인덕터로 들어가는 전류 I를 바로 구할 수 있다.

계산 과정

가운데 위 절점 전압을 V라 한다. 왼쪽 전압원 위쪽 절점은 $20V$, 오른쪽 인덕터 쪽 절점은 단락 때문에 $0V$이다. 가운데 절점에서 저항으로 나가는 전류의 합은 전류원이 밀어 넣는 $5A$와 같으므로

$\frac{V-20}{4} + \frac{V-0}{4} = 5$

$\frac{2V-20}{4} = 5$

$2V - 20 = 20$

$V = 20V$

따라서 오른쪽 4Ω 저항을 통과해 인덕터 단락 가지로 흐르는 전류는

$I = \frac{V}{4} = \frac{20}{4} = 5A$

이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 5A이므로 4A는 맞지 않는다. 틀린 표현 4 → 올바르게는 5이다.

② X
- 오른쪽 저항 전류는 20/4 = 5A이다. 4.5A는 절점전압이 18V일 때의 값처럼 절점 방정식을 잘못 세운 결과이다. 틀린 표현 4.5 → 올바르게는 5이다.

③ O
- 직류 정상상태에서 인덕터는 단락이므로 오른쪽 절점 전압은 0V이고, 절점전압법으로 가운데 절점 전압은 20V가 된다. 따라서 I = 20/4 = 5A이다.

④ X
- 계산 결과보다 0.5A 크게 잡은 값이다. 전류원 5A가 전부 인덕터로만 흐른다고 보고 왼쪽 전압원 쪽 저항 전류를 부호까지 잘못 더하면 이런 방향의 오차가 생긴다. 틀린 표현 5.5 → 올바르게는 5이다.

⑤ X
- 6A가 되려면 오른쪽 4Ω 저항 양단 전압이 24V여야 하는데, 절점 방정식의 해는 20V이다. 틀린 표현 6 → 올바르게는 5이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 정상상태에서 커패시터와 인덕터의 역할을 서로 바꾸거나, 전류원 5A가 그대로 구하는 전류 I가 된다고 단정하는 데 있다. 이 회로에서는 인덕터가 단락되어 오른쪽 절점은 기준전위가 되지만, 가운데 절점에는 왼쪽 4Ω 저항과 오른쪽 4Ω 저항이 함께 연결되어 있으므로 절점 방정식을 세워야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 정상상태 회로는 먼저 커패시터를 개방, 인덕터를 단락으로 바꾼 뒤 남은 저항망에서 절점전압 또는 전류분배를 적용해 판단한다. 구하는 전류가 어느 가지 전류인지 확인하고, 전류원 값과 답 전류를 바로 같다고 두지 않는다.

암기 포인트

직류 정상상태에서는 C는 끊고, L은 잇는다. 그다음 저항회로로 다시 계산한다.

NoteBase

문 13. 두 개의 정현파 전압이 $v_1(t) = -30\cos(\omega t + 50^\circ)$, $v_2(t) = 15\sin(\omega t - 10^\circ)$로 주어질 때, ( ) 안에 들어갈 내용으로 옳은 것은?

- $v_1(t)$의 진폭은 $v_2(t)$의 진폭보다 (가) 배 크다.
- $v_1(t)$의 위상은 $v_2(t)$의 위상보다 (나) 만큼 (다) 상태이다.

① 가: 2, 나: 30°, 다: 뒤진

② 가: 2, 나: 40°, 다: 앞선

③ 가: 2, 나: 60°, 다: 뒤진

④ 가: 5, 나: 30°, 다: 앞선

⑤ 가: 5, 나: 60°, 다: 뒤진

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 정현파를 같은 기준 함수로 바꾸어 진폭비와 위상차를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 $v_1(t) = -30\cos(\omega t + 50^\circ)$, $v_2(t) = 15\sin(\omega t - 10^\circ)$이다.
구해야 할 값은 $v_1(t)$의 진폭이 $v_2(t)$보다 몇 배 큰지와, $v_1(t)$의 위상이 $v_2(t)$보다 몇 도 앞서는지 또는 뒤지는지이다.
주의할 조건은 두 파형을 모두 사인파 기준 또는 모두 코사인파 기준으로 통일해야 한다는 점이다.

사용할 공식

$\cos x = \sin(x + 90^\circ)$
$-\cos x = \sin(x - 90^\circ)$
이 공식을 쓰는 이유는 $v_1(t)$은 코사인형이고 $v_2(t)$는 사인형이므로, 위상을 직접 비교하려면 같은 삼각함수 기준으로 맞추어야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 진폭은 부호와 관계없이 계수의 절댓값으로 본다. 따라서 $v_1(t)$의 진폭은 30, $v_2(t)$의 진폭은 15이다.
2. 진폭비는 30/15 = 2이므로 $v_1(t)$의 진폭은 $v_2(t)$의 진폭보다 2배 크다.
3. $v_1(t) = -30\cos(\omega t + 50^\circ)$에서 $-\cos x = \sin(x - 90^\circ)$를 적용하면
$v_1(t) = 30\sin(\omega t + 50^\circ - 90^\circ) = 30\sin(\omega t - 40^\circ)$이다.
4. $v_2(t) = 15\sin(\omega t - 10^\circ)$이므로 사인 기준 위상은 v_1이 -40°, v_2가 -10°이다.
5. -40°는 -10°보다 30° 작으므로 $v_1(t)$의 위상은 $v_2(t)$보다 30° 뒤진 상태이다.

NoteBase

선지 판단

① O - 진폭비가 2이고, V_1의 위상이 V_2보다 30° 뒤지므로 맞는 선지이다.
② X - 진폭비 2는 맞지만, 40° 앞선다는 표현이 틀리다. 올바르게는 30° 뒤진 상태이다.
③ X - 진폭비 2와 뒤진 상태는 맞지만, 60°가 틀리다. 올바르게는 30° 뒤진 상태이다.
④ X - 30°라는 크기는 맞지만, 진폭비 5와 앞선 상태가 모두 틀리다. 올바르게는 진폭비 2이고 30° 뒤진 상태이다.
⑤ X - 뒤진 상태는 맞지만, 진폭비 5와 60°가 틀리다. 올바르게는 진폭비 2이고 30° 뒤진 상태이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 $-30\cos(\omega t + 50^\circ)$의 음수 부호를 진폭이 아니라 위상에 반영해야 한다는 점이다. 음수 부호를 무시하거나 코사인과 사인을 그대로 비교하면 40°, 60°, 앞선 상태 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

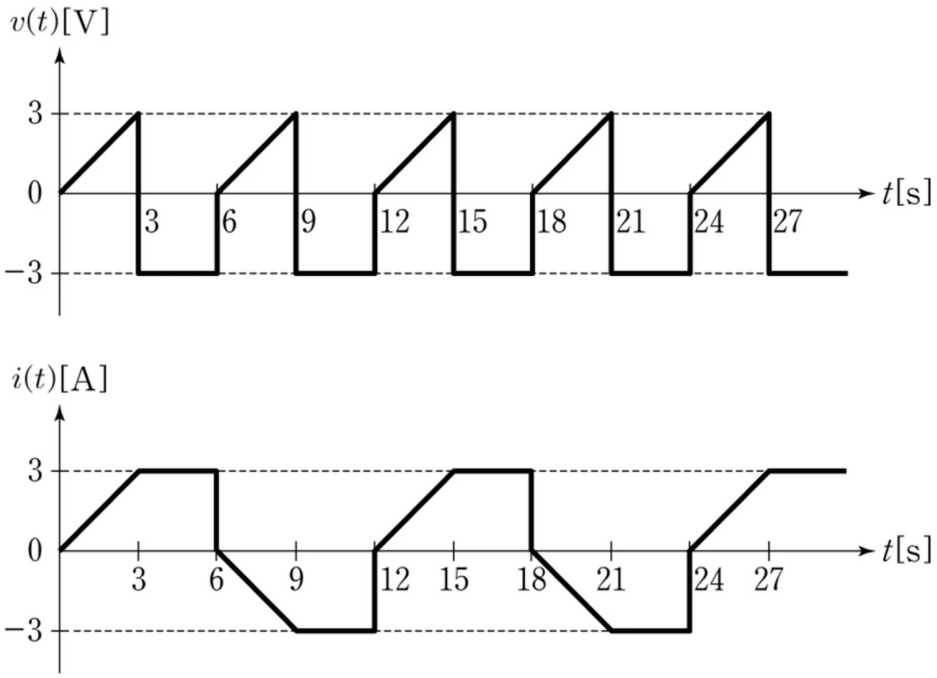
정현파 위상 비교 문제는 먼저 진폭을 절댓값으로 비교하고, 다음으로 사인형 또는 코사인형 중 하나로 통일한 뒤, 위상각이 더 큰 파형을 앞선 파형으로 판단한다.

암기 포인트

진폭은 계수의 절댓값, 위상은 같은 삼각함수로 통일한 뒤 비교한다. 사인 기준에서 $-\cos x = \sin(x - 90^\circ)$이다.

NoteBase

문 14. 다음 주기적인 전압 $v(t)$와 전류 $i(t)$ 파형에 관한 설명에서 ( ) 안에 들어갈 내용으로 옳은 것은?



• $v(t)$의 평균값은 (가)[V]이고, 실효값은 (나)[V]이다.
• $i(t)$의 평균값은 (다)[A]이고, 실효값은 (라)[A]이다.

① 가: -0.75, 나: $\sqrt{6}$, 다: 0, 라: $\sqrt{6}$
② 가: -0.75, 나: $2\sqrt{3}$, 다: 0, 라: $2\sqrt{3}$
③ 가: 0.75, 나: $2\sqrt{3}$, 다: 2.25, 라: $\sqrt{6}$
④ 가: 2.25, 나: $\sqrt{6}$, 다: 0, 라: $\sqrt{6}$
⑤ 가: 2.25, 나: $2\sqrt{3}$, 다: 2.25, 라: $2\sqrt{3}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 주기파형의 평균값과 실효값 정의를 이용해 전압 $v(t)$와 전류 $i(t)$의 값을 각각 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

전압 $v(t)$는 $0 \sim 3s$ 동안 0에서 $3V$까지 직선 증가하고, $3 \sim 6s$ 동안 $-3V$로 유지되므로 주기는 $6s$이다. 전류 $i(t)$는 $0 \sim 3s$ 동안 0에서 $3A$까지 직선 증가하고, $3 \sim 6s$ 동안 $3A$를 유지하다가, $t = 6s$에서 $3A$에서 0으로 수직으로 떨어진다. 이어서 $6 \sim 9s$ 동안 0에서 $-3A$까지 직선 감소하고, $9 \sim 12s$ 동안 $-3A$를 유지하다가 $t = 12s$에서 다시 0으로 수직으로 올라간다. 이 모양이 되풀이되므로 주기는 $12s$이다. 즉 $i(t)$의 감소 구간은 $3A$에서 $-3A$로 이어지는 직선이 아니라, 0에서 출발해 $-3A$로 내려가는 직선이다.
구해야 할 값은 가=$v(t)$ 평균값, 나=$v(t)$ 실효값, 다=$i(t)$ 평균값, 라=$i(t)$ 실효값이다.

사용할 공식

주기 T인 파형 $x(t)$의 평균값과 실효값은 다음과 같다.
$X_{avg} = \frac{1}{T}\int_0^T x(t)dt$
$X_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T x^2(t)dt}$
평균값은 부호가 있는 면적을 주기로 나누고, 실효값은 제곱한 뒤 평균을 내므로 음의 구간도 양의 기여를 한다.

계산 과정

1. 전압 평균값은 한 주기 $6s$에서 삼각형 면적 $\frac{1}{2} \times 3 \times 3 = 4.5$와 직사각형 면적 $(-3) \times 3 = -9$를 더해 구한다.
$V_{avg} = \frac{4.5 - 9}{6} = -0.75V$
2. 전압 실효값은 램프 구간을 $v = t$로 두면 $\int_0^3 t^2 dt = 9$, $-3V$ 유지 구간은 $9 \times 3 = 27$이다.
$V_{rms} = \sqrt{\frac{9 + 27}{6}} = \sqrt{6}V$
3. 전류 평균값은 한 주기 $12s$를 네 구간으로 나누어 구한다. $0 \sim 3s$의 양의 삼각형은 $\frac{1}{2} \times 3 \times 3 = 4.5$, $3 \sim 6s$의 양의 직사각형은 $3 \times 3 = 9$이다. $6 \sim 9s$는 $t = 6s$에서 0으로 떨어진 뒤 $-3A$까지 내려가는 음의 삼각형이므로 $-\frac{1}{2} \times 3 \times 3 = -4.5$이고, $9 \sim 12s$의 음의 직사각형은 $(-3) \times 3 = -9$이다. 이 네 면적이 서로 상쇄되어 합은 0이다.
$I_{avg} = \frac{4.5 + 9 - 4.5 - 9}{12} = 0A$
4. 전류 실효값은 제곱 면적이 램프 두 구간에서 각각 9, 상수 두 구간에서 각각 27이므로 총 72이다.
$I_{rms} = \sqrt{\frac{9 + 27 + 9 + 27}{12}} = \sqrt{6}A$

선지 판단

① O: 가 -0.75, 나 $\sqrt{6}$, 다 0, 라 $\sqrt{6}$으로 계산 결과와 모두 일치한다.
② X: 전압 평균값과 전류 평균값은 맞지만, 나와 라의 $2\sqrt{3}$이 틀렸다. 올바른 실효값은 둘 다 $\sqrt{6}$이다.
③ X: 가, 나, 다가 모두 틀렸다. 전압 평균값은 0.75가 아니라 -0.75이고, 전압 실효값은 $2\sqrt{3}$이 아니라 $\sqrt{6}$이며, 전류 평균값은 2.25가 아니라 0이다.
④ X: 나, 다, 라는 맞지만 가가 틀렸다. 전압 평균값은 2.25가 아니라 부호 있는 면적을 반영한 -0.75이다.
⑤ X: 모든 항목이 틀렸다. 가는 -0.75, 나는 $\sqrt{6}$, 다는 0, 라는 $\sqrt{6}$이다.

NoteBase

오답 포인트

전압 평균값에서 음의 직사각형 면적을 절댓값으로 처리하면 가가 양수로 바뀐다. 실효값에서는 평균값을 제곱하는 것이 아니라 파형 자체를 먼저 제곱해 평균내야 하므로 $2\sqrt{3}$ 같은 값이 나오지 않는다. 전류는 양의 반주기와 음의 반주기가 면적으로 서로 상쇄되어 평균값이 0이지만, 실효값은 제곱 때문에 상쇄되지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

주기파형 문제는 먼저 한 주기를 잡고, 평균값은 부호 있는 면적 합을 T로 나누며, 실효값은 제곱면적 합을 T로 나눈 뒤 제곱근을 취해 판단한다.

암기 포인트

평균값은 면적의 부호가 살아 있고, 실효값은 제곱 후 평균이므로 음의 파형도 양의 크기로 기여한다.

NoteBase

문 15. 지상역률 0.6, 240[kW]인 부하의 역률을 0.8로 개선하기 위한 콘덴서를 설치하였다. 이 콘덴서가 공급하는 무효전력[kVar]은?

① 35

② 70

③ 140

④ 240

⑤ 480

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 역률 개선용 콘덴서가 부담해야 하는 무효전력을 기존 무효전력과 개선 후 무효전력의 차이로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 부하의 유효전력 $P = 240kW$, 기존 역률 $\cos\theta_1 = 0.6$, 개선 후 역률 $\cos\theta_2 = 0.8$이다.
구해야 할 값: 콘덴서가 공급하는 무효전력 Q_c이다.
주의할 조건: 콘덴서는 부하의 유효전력 P를 바꾸는 장치가 아니라, 부족한 진상 무효전력을 공급하여 계통에서 보는 지상 무효전력을 줄이는 장치이다.

사용할 공식

역률 개선에 필요한 콘덴서 용량은 다음과 같다.
$Q_c = P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$
이 공식을 쓰는 이유는 같은 유효전력 P에서 역률이 바뀌면 무효전력이 $Q = P\tan\theta$로 바뀌고, 콘덴서는 그 감소분만큼의 무효전력을 공급하기 때문이다.

계산 과정

1. 기존 역률 0.6에서 $\sin\theta_1 = 0.8$이므로 $\tan\theta_1 = 0.8/0.6 = 4/3$이다.
2. 개선 후 역률 0.8에서 $\sin\theta_2 = 0.6$이므로 $\tan\theta_2 = 0.6/0.8 = 3/4$이다.
3. 따라서 콘덴서가 공급해야 할 무효전력은
Q_c=240≤ft(43-34)=240≤ft(16-912)=240·712=140 kVAr
이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 계산 결과는 $140kVAr$이므로 $35kVAr$은 맞지 않는다. 틀린 표현 $35kVAr$ → 올바르게는 $140kVAr$이다.
② X: 계산 결과는 $140kVAr$이므로 $70kVAr$은 맞지 않는다. 틀린 표현 $70kVAr$ → 올바르게는 $140kVAr$이다.
③ O: $Q_c = 240(4/3 - 3/4) = 140kVAr$이므로 콘덴서가 공급하는 무효전력은 $140kVAr$이다.
④ X: 240은 이 문제에서 주어진 유효전력 P의 값이지 콘덴서 무효전력이 아니다. 틀린 표현 $240kVAr$ → 올바르게는 $140kVAr$이다.
⑤ X: $480kVAr$은 역률 개선 전후의 무효전력 차이를 계산한 값이 아니다. 틀린 표현 $480kVAr$ → 올바르게는 $140kVAr$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 역률 숫자 0.6, 0.8 자체를 빼거나 곱하는 것이 아니라 각 역률에 대응하는 $\tan\theta$를 구해야 한다는 점이다. 특히 ④처럼 주어진 $240kW$를 그대로 무효전력으로 고르면 유효전력과 무효전력을 혼동한 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

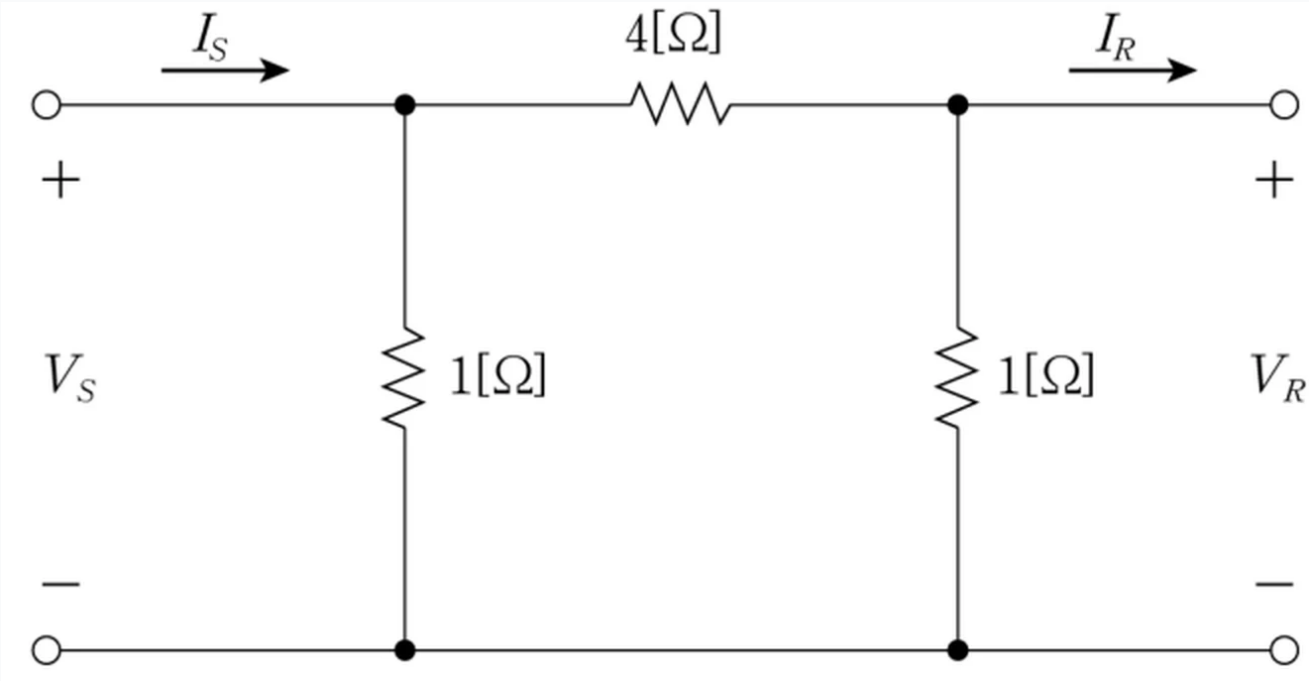
역률 개선 콘덴서 문제는 먼저 P가 그대로 유지되는지 확인하고, 기존 $\tan\theta_1$와 개선 후 $\tan\theta_2$를 구한 뒤 $P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$로 판단한다.

암기 포인트

역률 개선 콘덴서 용량은 무효전력의 감소분이다. 공식은 $Q_c = P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$이다.

NoteBase

문 16. 다음 π형 회로의 4단자 정수($ABCD$ 파라미터)를 옳게 나열한 것은?



bmatrix V_S \ I_S bmatrix = bmatrix A & B \ C & D bmatrix bmatrix V_R \ I_R bmatrix

① A: 2, B: 4, C: 6, D: 2

② A: 3, B: 6, C: 6, D: 3

③ A: 4, B: 1, C: 1, D: 4

④ A: 5, B: 4, C: 6, D: 5

⑤ A: 5, B: 6, C: 4, D: 5

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 회로의 단자전압과 단자전류 관계식을 세워 $ABCD$ 파라미터 A, B, C, D를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 회로는 좌측과 우측에 각각 1Ω 병렬 저항이 있고, 두 상단 노드 사이에 4Ω 직렬 저항이 있는 π형 2포트 회로이다.
구해야 할 값은 $[V_S I_S]^T = [AB; CD][V_R I_R]^T$의 A, B, C, D이다.
주의할 조건은 I_R의 화살표가 오른쪽을 향해 회로에서 나가는 방향이라는 점이다.

NoteBase

사용할 공식

노드 전류식을 사용한다.

우측 노드에서

$\frac{V_R - V_S}{4} + V_R = -I_R$

좌측 포트에서

$I_S = V_S + \frac{V_S - V_R}{4}$

우측 전류가 회로로 들어오는 방향이 아니라 회로 밖으로 나가는 방향으로 정의되어 있으므로, 우측 노드식에서 외부 주입 전류는 $-I_R$로 잡힌다.

계산 과정

우측 노드식에서

$\frac{V_R - V_S}{4} + V_R = -I_R$

양변에 4를 곱하면

$V_R - V_S + 4V_R = -4I_R$

따라서

$V_S = 5V_R + 4I_R$

이므로 $A = 5, B = 4$이다.

좌측 포트 전류는

$I_S = V_S + \frac{V_S - V_R}{4}$

이고, $V_S = 5V_R + 4I_R$를 대입하면

$I_S = 5V_R + 4I_R + \frac{4V_R + 4I_R}{4}$

$I_S = 6V_R + 5I_R$

따라서 $C = 6, D = 5$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 제시값은 $A=2, B=4, C=6, D=2$이다. 계산 결과 $A=5, B=4, C=6, D=5$와 비교하면 B, C만 맞고 A, D가 틀리다. 틀린 표현 $A=2, D=2$는 올바르게는 $A=5, D=5$이다.

② X
- 제시값은 $A=3, B=6, C=6, D=3$이다. 계산 결과와 비교하면 C만 맞고 A, B, D가 틀리다. 틀린 표현 $A=3, B=6, D=3$은 올바르게는 $A=5, B=4, D=5$이다.

③ X
- 제시값은 $A=4, B=1, C=1, D=4$이다. 계산 결과 $A=5, B=4, C=6, D=5$와 모두 다르다. 틀린 표현 $A=4, B=1, C=1, D=4$는 올바르게는 $A=5, B=4, C=6, D=5$이다.

④ O
- 제시값은 $A=5, B=4, C=6, D=5$이다. 계산 결과와 정확히 일치하므로 옳다.

⑤ X
- 제시값은 $A=5, B=6, C=4, D=5$이다. 계산 결과와 비교하면 A, D는 맞지만 B, C가 서로 바뀌어 있다. 틀린 표현 $B=6, C=4$는 올바르게는 $B=4, C=6$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 우측 포트 전류 I_R의 방향이다. I_R을 회로 안으로 들어오는 전류처럼 처리하면 우측 노드식의 부호가 바뀌어 $ABCD$ 값이 달라진다. 또한 B와 C는 각각 전압식과 전류식에서 나오는 계수이므로 ⑤처럼 두 값을 서로 바꾸면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

2포트 회로의 $ABCD$ 파라미터 문제는 먼저 출력단 노드식으로 V_S를 V_R, I_R로 나타내고, 그다음 입력단 전류식으로 I_S를 V_R, I_R로 나타내어 계수를 비교한다.

암기 포인트

$ABCD$ 파라미터는 $V_S = AV_R + BI_R, I_S = CV_R + DI_R$의 계수 비교이다. 이 문항의 회로에서는 $V_S = 5V_R + 4I_R$, $I_S = 6V_R + 5I_R$가 되어 $(A, B, C, D) = (5, 4, 6, 5)$이다.

문 17. 다음 전류에 대한 라플라스 함수 $I(s)$를 역변환한 함수 $i(t)$는? (단, $u(t)$는 단위계단함수이다)

$$I(s) = \frac{s^2+6}{s(s+2)(s+3)}$$

① $i(t) = (1 - 5e^{-2t} + 5e^{-3t})u(t)$

② $i(t) = (2 + 8e^{-2t} - 8e^{-3t})u(t)$

③ $i(t) = (-1 + 5e^{-2t} - 5e^{-3t})u(t)$

④ $i(t) = (-2 - 8e^{-2t} + 8e^{-3t})u(t)$

⑤ $i(t) = (-e^{-t} + 5e^{-2t} - 5e^{-3t})u(t)$

정답 1번

출제 포인트

주어진 라플라스 함수 $I(s) = \frac{s^2+6}{s(s+2)(s+3)}$를 부분분수로 분해한 뒤 표준 역라플라스 변환을 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $I(s) = \frac{s^2+6}{s(s+2)(s+3)}$
구해야 할 값: $i(t) = \mathcal{L}^{-1}\{I(s)\}$
주의할 조건: $u(t)$는 단위계단함수이므로, 역변환 결과 전체에 $u(t)$가 곱해진다.

사용할 공식

사용할 공식은 부분분수 전개와 기본 역라플라스 변환이다.
$\frac{s^2+6}{s(s+2)(s+3)} = \frac{A}{s} + \frac{B}{s+2} + \frac{C}{s+3}$
$\mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{1}{s}\right\} = u(t), \quad \mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{1}{s+a}\right\} = e^{-at}u(t)$
분모가 서로 다른 1차 인수 $s, s+2, s+3$의 곱으로 되어 있으므로 부분분수 전개가 바로 적용된다.

NoteBase

계산 과정

1. 계수 A는 $s=0$을 대입하여 구한다.
$A=\frac{0^2+6}{(0+2)(0+3)}=1$
2. 계수 B는 $s=-2$를 대입하여 구한다.
$B=\frac{(-2)^2+6}{(-2)(-2+3)}=-5$
3. 계수 C는 $s=-3$을 대입하여 구한다.
$C=\frac{(-3)^2+6}{(-3)(-3+2)}=5$
따라서
$I(s)=\frac{1}{s}-\frac{5}{s+2}+\frac{5}{s+3}$
이고,
$i(t)=(1-5e^{-2t}+5e^{-3t})u(t)$
이다.

선지 판단

① O
- 계산 결과 $i(t)=(1-5e^{-2t}+5e^{-3t})u(t)$와 정확히 일치한다.

② X
- 상수항이 2이고 지수항 계수가 8, -8로 되어 있다. 틀린 표현 → 올바르게는 $1-5e^{-2t}+5e^{-3t}$이다.

③ X
- 상수항이 -1이고 지수항 부호가 $+5e^{-2t}-5e^{-3t}$로 바뀌어 있다. 틀린 표현 → 올바르게는 $1-5e^{-2t}+5e^{-3t}$이다.

④ X
- 상수항이 -2이고 지수항 계수도 -8, $+8$로 제시되어 있다. 틀린 표현 → 올바르게는 $1-5e^{-2t}+5e^{-3t}$이다.

⑤ X
- 분모에 $s+1$ 인수가 없는데 $-e^{-t}$ 항이 들어가 있다. 틀린 표현 → $-e^{-t}$ 항은 없어야 하며, 올바르게는 $1-5e^{-2t}+5e^{-3t}$이다.

계산 결과가 ①과 일치하므로 정답은 1번이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 부분분수 계수의 부호이다. 특히 $s=-2$를 대입할 때 분모의 s가 음수이므로 $B=-5$가 되고, $s=-3$을 대입하면 $C=5$가 된다. 이 부호를 반대로 잡으면 ③처럼 $+5e^{-2t}-5e^{-3t}$가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

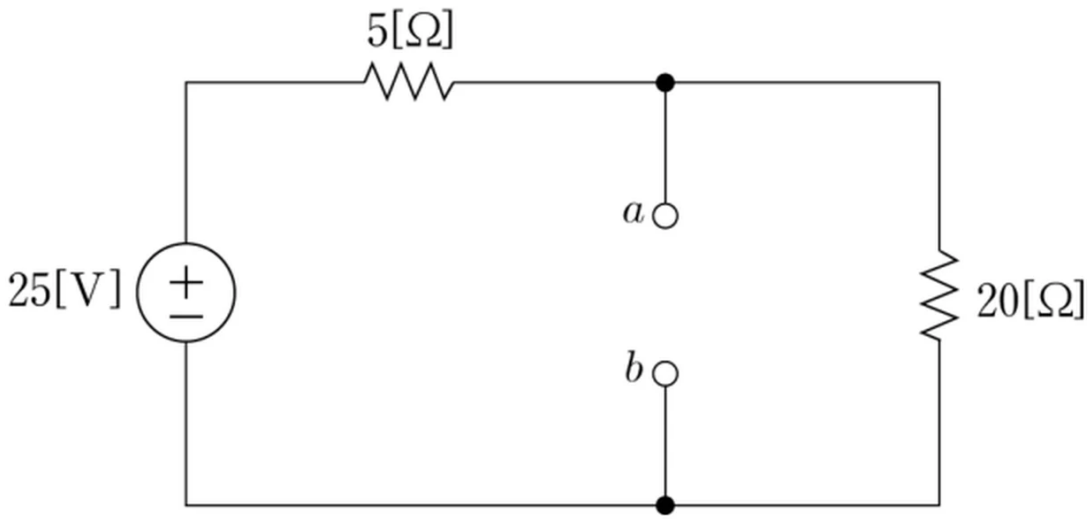
분모가 서로 다른 1차 인수로 인수분해되어 있으면 먼저 부분분수 꼴 $A/s+B/(s+2)+C/(s+3)$로 놓고, 각 극점 $s=0,\ -2,\ -3$을 대입해 계수를 구한다. 이후 $1/(s+a)$는 $e^{-at}u(t)$로 대응시킨다.

암기 포인트

$1/s$는 상수 1, $1/(s+a)$는 e^{-at}이다. 부분분수 계수의 부호가 시간영역 지수항의 부호를 그대로 결정한다.

NoteBase

문 18. 다음 회로에서 단자 $a-b$에 대한 테브난 등가전압 V_{Th}[V], 테브난 등가저항 R_{Th}[Ω], 노튼 등가전류 I_N[A]은 각각 얼마인가?



① V_{Th}[V]: 5, R_{Th}[Ω]: 4, I_N[A]: 1.25

② V_{Th}[V]: 20, R_{Th}[Ω]: 4, I_N[A]: 5

③ V_{Th}[V]: 20, R_{Th}[Ω]: 5, I_N[A]: 5

④ V_{Th}[V]: 25, R_{Th}[Ω]: 5, I_N[A]: 5

⑤ V_{Th}[V]: 25, R_{Th}[Ω]: 25, I_N[A]: 1

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단자 $a-b$에서 본 테브난 등가전압 V_{Th}, 테브난 등가저항 R_{Th}, 노튼 등가전류 I_N의 관계를 이용해 세 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압원 $25V$, 직렬 저항 5Ω, 단자 $a-b$에 걸린 저항 20Ω이다.
구해야 할 값: V_{Th}, R_{Th}, I_N이다.
주의할 조건: V_{Th}는 단자 $a-b$의 개방전압이고, R_{Th}를 구할 때는 독립 전압원을 단락한다.

NoteBase

사용할 공식

$I = \frac{V}{R_{total}}$

$V_{Th} = I \times 20\Omega$

$R_{Th} = 5\Omega \parallel 20\Omega = \frac{5 \times 20}{5 + 20}\Omega$

$I_N = \frac{V_{Th}}{R_{Th}}$

이 공식을 쓰는 이유: 개방된 단자 $a - b$의 전압은 오른쪽 20Ω 저항 양단 전압이고, 테브난 저항은 전압원을 제거한 뒤 단자에서 본 등가저항이며, 노튼 전류는 테브난 등가전압을 테브난 등가저항으로 나눈 값이다.

계산 과정

1. 회로 전류는 5Ω와 20Ω가 직렬이므로

$I = \frac{25}{5 + 20} = 1A$

이다.

2. 단자 $a - b$의 개방전압은 20Ω 저항 양단 전압이므로

$V_{Th} = 1 \times 20 = 20V$

이다.

3. 독립 전압원을 단락하면 단자 $a - b$에서 5Ω와 20Ω가 병렬로 보이므로

$R_{Th} = \frac{5 \times 20}{5 + 20} = 4\Omega$

이다.

4. 노튼 등가전류는

$I_N = \frac{V_{Th}}{R_{Th}} = \frac{20}{4} = 5A$

이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- $R_{Th} = 4\Omega$는 맞지만 V_{Th}는 $5V$가 아니라 $20V$이고, I_N도 $1.25A$가 아니라 $5A$이다. 틀린 표현 $V_{Th} = 5V$, $I_N = 1.25A$ → 올바르게는 $V_{Th} = 20V$, $I_N = 5A$이다.

② O
- 계산 결과 $V_{Th} = 20V$, $R_{Th} = 4\Omega$, $I_N = 5A$와 모두 일치한다.

③ X
- $V_{Th} = 20V$, $I_N = 5A$는 맞지만 R_{Th}는 5Ω가 아니라 4Ω이다. 틀린 표현 $R_{Th} = 5\Omega$ → 올바르게는 $R_{Th} = 4\Omega$이다.

④ X
- $I_N = 5A$는 맞지만 V_{Th}는 전체 전원전압 $25V$가 아니라 20Ω에 걸리는 $20V$이고, R_{Th}도 5Ω가 아니라 4Ω이다. 틀린 표현 $V_{Th} = 25V$, $R_{Th} = 5\Omega$ → 올바르게는 $V_{Th} = 20V$, $R_{Th} = 4\Omega$이다.

⑤ X
- $V_{Th} = 25V$는 전원전압을 그대로 쓴 값이고, $R_{Th} = 25\Omega$는 직렬합을 그대로 쓴 값이며, $I_N = 1A$는 원래 회로 전류이다. 단자 등가값은 $V_{Th} = 20V$, $R_{Th} = 4\Omega$, $I_N = 5A$이다. 틀린 표현 $25V$, 25Ω, $1A$ → 올바르게는 $20V$, 4Ω, $5A$이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 세 값을 서로 다른 조건에서 구한다는 점이다. V_{Th}는 원래 회로에서 단자 전압을 구하지만, R_{Th}는 전압원을 단락한 뒤 단자에서 본 저항을 구한다. ⑤처럼 원래 회로의 전체 저항 25Ω와 전류 $1A$를 그대로 쓰면 노튼 등가전류를 잘못 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

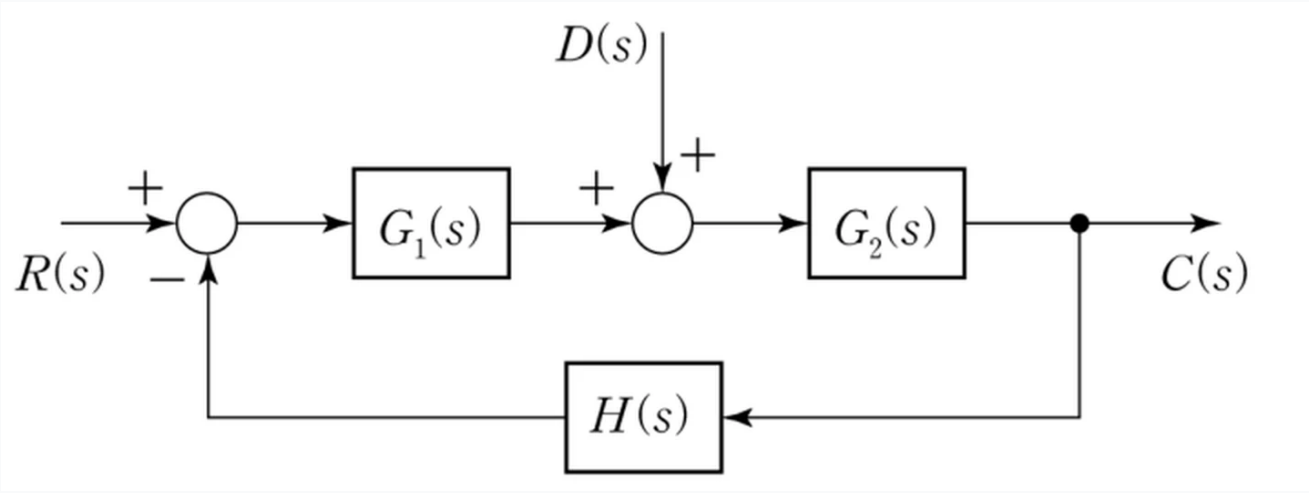
테브난·노튼 문제는 먼저 개방단자 전압으로 V_{Th}를 구하고, 독립 전원을 제거해 R_{Th}를 구한 뒤, 마지막에 $I_N = V_{Th}/R_{Th}$로 연결한다.

암기 포인트

테브난은 V_{Th}와 R_{Th}, 노튼은 $I_N = V_{Th}/R_{Th}$이다. 저항을 구할 때 독립 전압원은 단락한다.

NoteBase

문 19. 다음 블록선도의 전달함수로 옳은 것은?



① $\frac{C(s)}{R(s)}: \frac{G_1(s)G_2(s)}{1-G_1(s)G_2(s)H(s)}, \frac{C(s)}{D(s)}: \frac{G_1(s)}{1-G_1(s)G_2(s)H(s)}$

② $\frac{C(s)}{R(s)}: \frac{G_1(s)G_2(s)}{1-G_1(s)G_2(s)H(s)}, \frac{C(s)}{D(s)}: \frac{G_2(s)}{1-G_1(s)G_2(s)H(s)}$

③ $\frac{C(s)}{R(s)}: \frac{G_1(s)G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}, \frac{C(s)}{D(s)}: \frac{G_1(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}$

④ $\frac{C(s)}{R(s)}: \frac{G_1(s)G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}, \frac{C(s)}{D(s)}: \frac{G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}$

⑤ $\frac{C(s)}{R(s)}: \frac{G_1(s)G_2(s)H(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}, \frac{C(s)}{D(s)}: \frac{G_2(s)H(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 음의 피드백 블록선도에서 기준입력 $R(s)$와 외란 $D(s)$가 각각 출력 $C(s)$에 미치는 전달함수를 구하는 문제이다.

조건 정리

첫 번째 합산점은 $R(s) - H(s)C(s)$이다.
$G_1(s)$ 출력은 $G_1(s)\{R(s) - H(s)C(s)\}$이다.
두 번째 합산점에서는 이 신호와 외란 $D(s)$가 모두 양의 부호로 더해진 뒤 $G_2(s)$를 지난다.
따라서 구해야 할 값은 $C(s)/R(s)$와 $C(s)/D(s)$의 한 쌍이다.

사용할 공식

중첩 원리에 따라 한 입력의 전달함수를 구할 때 다른 입력은 0으로 둔다.
폐루프 음의 피드백에서는 분모가 $1 +$ 루프이득 형태가 된다.
이 블록선도에서는 루프이득이 $G_1(s)G_2(s)H(s)$이므로 공통 분모는 $1 + G_1(s)G_2(s)H(s)$이다.

NoteBase

계산 과정

블록선도에서 출력 방정식을 세우면

$C(s) = G_2(s)[G_1(s)\{R(s) - H(s)C(s)\} + D(s)]$

이다.

이를 전개하면

$C(s) = G_1(s)G_2(s)R(s) - G_1(s)G_2(s)H(s)C(s) + G_2(s)D(s)$

이다.

$C(s)$ 항을 좌변으로 모으면

$C(s)\{1 + G_1(s)G_2(s)H(s)\} = G_1(s)G_2(s)R(s) + G_2(s)D(s)$

이다.

따라서

$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_1(s)G_2(s)}{1 + G_1(s)G_2(s)H(s)}$, $\frac{C(s)}{D(s)} = \frac{G_2(s)}{1 + G_1(s)G_2(s)H(s)}$

이다.

선지별 해설

① X

- $C(s)/R(s)$의 분모가 $1 - G_1(s)G_2(s)H(s)$로 되어 있고, $C(s)/D(s)$의 분자가 $G_1(s)$로 되어 있어 틀리다. 틀린 표현은 $1 - G_1G_2H$, G_1이고, 올바르게는 $1 + G_1G_2H$, G_2이다.

② X

- 외란 전달함수의 분자 $G_2(s)$는 맞지만 두 전달함수의 분모가 모두 $1 - G_1(s)G_2(s)H(s)$로 되어 있어 틀리다. 틀린 표현은 $1 - G_1G_2H$이고, 올바르게는 음의 피드백이므로 $1 + G_1G_2H$이다.

③ X

- $C(s)/R(s)$는 맞지만 $C(s)/D(s)$의 분자가 $G_1(s)$로 되어 있어 틀리다. 외란 $D(s)$는 $G_1(s)$ 뒤의 두 번째 합산점에 들어가므로 $G_1(s)$을 지나지 않고 $G_2(s)$만 지난다. 올바른 분자는 $G_2(s)$이다.

④ O

- $C(s)/R(s) = G_1(s)G_2(s)/\{1 + G_1(s)G_2(s)H(s)\}$, $C(s)/D(s) = G_2(s)/\{1 + G_1(s)G_2(s)H(s)\}$로 계산 결과와 일치한다.

⑤ X

- $C(s)/R(s)$의 분자와 $C(s)/D(s)$의 분자에 $H(s)$가 곱해져 있어 틀리다. $H(s)$는 출력에서 되돌아오는 피드백 경로에만 있으므로 폐루프 분모의 루프이득에 포함되고, 순방향 입력 전달함수의 분자에는 직접 곱해지지 않는다. 올바른 분자는 각각 $G_1(s)G_2(s)$, $G_2(s)$이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 피드백 부호와 외란의 투입 위치이다. 첫 번째 합산점이 $R(s) - H(s)C(s)$이므로 분모는 $1 + G_1(s)G_2(s)H(s)$가 된다. 또한 $D(s)$는 $G_1(s)$ 뒤에서 들어가므로 $C(s)/D(s)$의 분자는 $G_1(s)$이 아니라 $G_2(s)$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

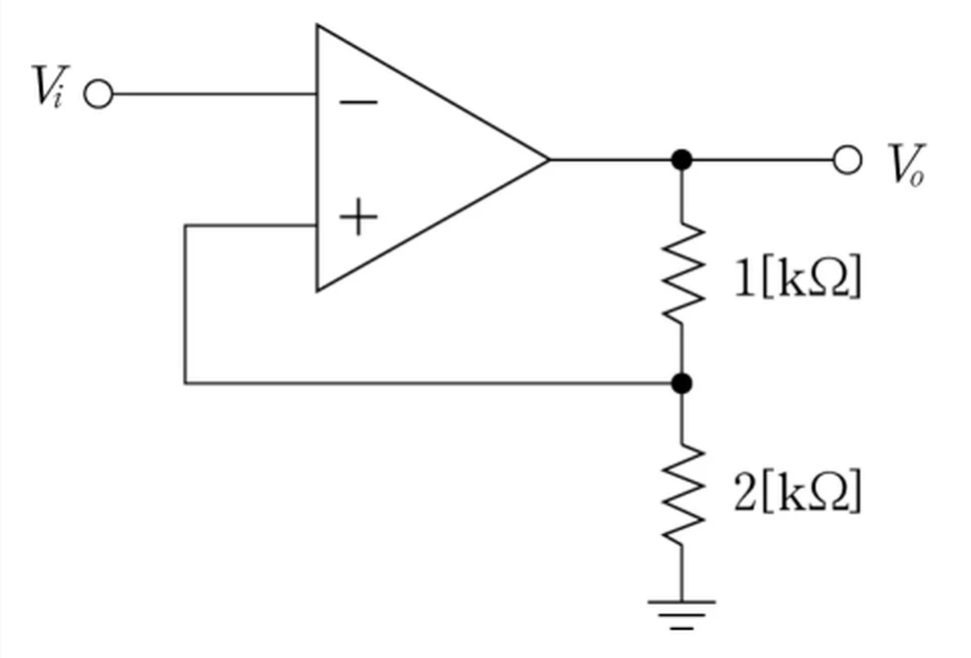
블록선도 전달함수 문제는 먼저 합산점 부호로 출력 방정식을 세우고, 구하려는 입력만 남기며 다른 입력은 0으로 둔다. 외란이 어느 블록 앞뒤에 들어가는지를 확인하면 분자에 어떤 블록이 포함되는지 판단할 수 있다.

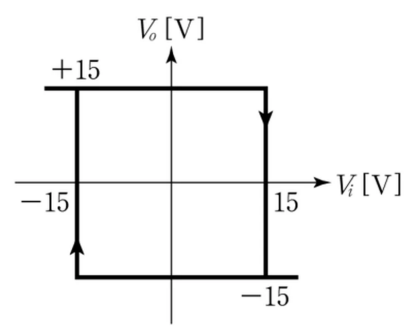
암기 포인트

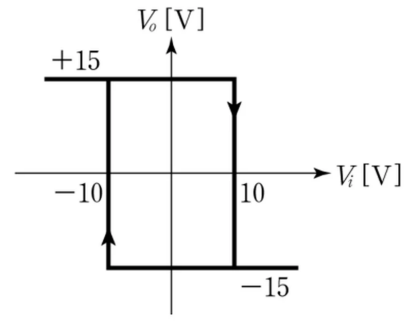
음의 피드백의 공통 분모는 1 +루프이득이고, 중간에서 들어온 외란의 분자는 외란 투입점 이후의 순방향 블록만 곱한다.

NoteBase

문 20. 다음 연산증폭기 회로의 전달특성으로 옳은 것은? (단, 연산증폭기는 이상적이라고 가정하며, 출력전압은 $\pm 15[V]$이다)

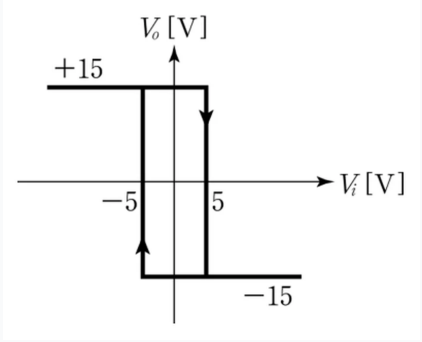


① 

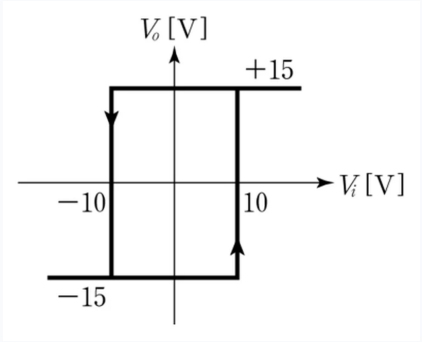
② 

NoteBase

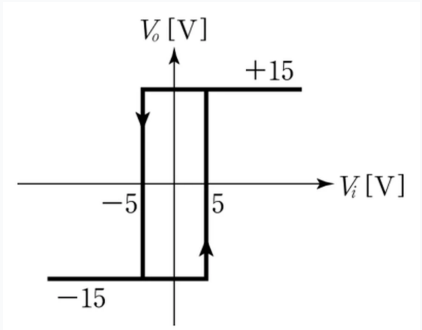
③



④



⑤



정답 2번

출제 포인트

이 문제는 반전형 슈미트 트리거에서 양의 되먹임 분압으로 생기는 상·하한 임계전압과 출력 전환 방향을 구하는 문제이다.

조건 정리

출력 포화전압은 $V_o = \pm 15V$이다.
비반전 입력 (+)에는 출력 전압이 $1k\Omega$와 $2k\Omega$ 저항으로 분압되어 들어간다.
입력 V_i는 반전 입력 (−)에 연결되어 있으므로 V_i가 기준전압보다 커지면 출력은 낮은 포화로 전환된다.

NoteBase

사용할 공식

비반전 입력의 기준전압은 분압식으로 구한다.
$V_+ = \frac{2k\Omega}{1k\Omega + 2k\Omega} V_o = \frac{2}{3} V_o$
이 회로는 출력이 다시 (+) 입력으로 되먹임되는 슈미트 트리거이므로, $V_o = +15V$일 때와 $V_o = -15V$일 때의 V_+가 각각 전환 임계값이 된다.

계산 과정

1. 출력이 $+15V$일 때 기준전압은 $V_+ = \frac{2}{3} \times 15 = 10V$이다.
2. 출력이 $-15V$일 때 기준전압은 $V_+ = \frac{2}{3} \times (-15) = -10V$이다.
3. V_i가 증가하여 $+10V$를 넘으면 반전 입력 전압이 더 커지므로 출력은 $+15V$에서 $-15V$로 내려간다.
4. V_i가 감소하여 $-10V$보다 작아지면 비반전 입력 전압이 더 커지므로 출력은 $-15V$에서 $+15V$로 올라간다.
따라서 전달특성은 임계값이 $-10V$, $+10V$이고 오른쪽 경계에서는 하강, 왼쪽 경계에서는 상승하는 히스테리시스 곡선이다.

선지 판단

① X
임계값을 $\pm 15V$로 표시했으므로 틀리다. 틀린 표현은 전환점 $-15V$, $+15V$이고, 올바르게는 분압된 값인 $-10V$, $+10V$에서 전환된다.

② O
임계값이 $-10V$, $+10V$이고, V_i가 증가해 $+10V$를 넘을 때 출력이 $+15V$에서 $-15V$로 내려간다. V_i가 감소해 $-10V$보다 작아질 때 출력이 $-15V$에서 $+15V$로 올라가므로 회로의 전달특성과 일치한다.

③ X
임계값을 $\pm 5V$로 표시했으므로 틀리다. 틀린 표현은 전환점 $-5V$, $+5V$이고, 올바르게는 $V_+ = \frac{2}{3} V_o$이므로 $-10V$, $+10V$이다.

④ X
임계값 $\pm 10V$ 자체는 맞지만 전환 방향이 반대이다. 틀린 표현은 오른쪽 경계에서 상승하고 왼쪽 경계에서 하강하는 방향이며, 올바르게는 반전 입력 구조이므로 오른쪽 $+10V$에서 하강, 왼쪽 $-10V$에서 상승한다.

⑤ X
임계값을 $\pm 5V$로 표시했고 전환 방향도 반전형 슈미트 트리거와 맞지 않는다. 올바르게는 전환점이 $-10V$, $+10V$이며 오른쪽에서 하강, 왼쪽에서 상승한다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 출력 포화전압 $\pm 15V$를 그대로 임계값으로 보는 실수와, 분압비를 거꾸로 잡아 $\pm 5V$로 계산하는 실수이다. 또한 입력이 반전 단자에 들어가므로 $+10V$에서는 출력이 내려가고 $-10V$에서는 출력이 올라간다는 방향을 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

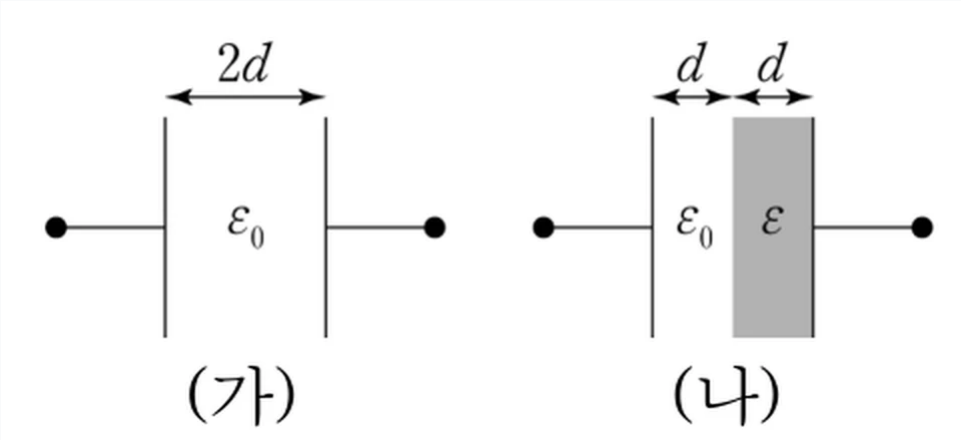
슈미트 트리거 전달특성은 먼저 되먹임 분압으로 V_+의 두 기준값을 구하고, 그다음 입력이 (+) 단자인지 (−) 단자인지에 따라 전환 방향을 판단한다. 반전 입력형은 오른쪽 임계점에서 하강, 왼쪽 임계점에서 상승한다.

암기 포인트

이 회로는 $V_+ = \frac{2}{3}V_o$이므로 임계값은 $\pm 10V$이다. 반전형 슈미트 트리거는 입력 증가 시 오른쪽에서 내려가고 입력 감소 시 왼쪽에서 올라간다.

NoteBase

문 21. 그림 (가)의 진공 중 평행판 커패시터의 정전용량은 1[F]이다. 이때 그림 (나)와 같이 유전율이 ε인 유전체를 절반 두께만큼 삽입하여 정전용량이 1.5[F]이 되기 위한 비유전율 ε_r은? (단, $\varepsilon = \varepsilon_0\varepsilon_r$이며, ε_0는 진공의 유전율이다)



① 1.5

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 평행판 커패시터의 정전용량 공식과 유전체가 전극 사이 두께 방향으로 일부만 채워질 때의 직렬 등가 계산을 이용해 비유전율 ε_r을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 그림 (가)의 진공 중 평행판 간격은 $2d$, 정전용량은 $1F$이다.
구해야 할 값: 그림 (나)에서 전체 정전용량이 $1.5F$가 되게 하는 비유전율 ε_r이다.
주의할 조건: 그림 (나)는 두께 d의 진공층과 두께 d의 유전체층이 판 사이 전기장 방향으로 이어져 있으므로 병렬이 아니라 직렬 등가로 계산한다.

NoteBase

사용할 공식

평행판 커패시터의 정전용량은 $C = \varepsilon A/l$이다.

직렬 연결에서는 $1/C = 1/C_1 + 1/C_2$이다.

이 공식을 쓰는 이유: 유전체가 판 면적의 절반을 차지한 것이 아니라 판 사이 거리 $2d$ 중 절반 두께 d만 차지하므로, 진공층과 유전체층을 통과하는 전속이 같은 직렬 구조가 된다.

계산 과정

그림 (가)에서

$1 = \frac{\varepsilon_0 A}{2d}$

이므로

$\frac{\varepsilon_0 A}{d} = 2$

이다.

그림 (나)의 등가 정전용량을 C라 하면

$\frac{1}{C} = \frac{d}{\varepsilon_0 A} + \frac{d}{\varepsilon A}$

이고, $\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$이므로

$\frac{1}{C} = \frac{d}{\varepsilon_0 A}\left(1 + \frac{1}{\varepsilon_r}\right)$

이다. 따라서

$C = \frac{\varepsilon_0 A/d}{1 + 1/\varepsilon_r} = \frac{2}{1 + 1/\varepsilon_r} = \frac{2\varepsilon_r}{\varepsilon_r + 1}$

이다.

문제에서 $C = 1.5F$이므로

$1.5 = \frac{2\varepsilon_r}{\varepsilon_r + 1}$

$1.5\varepsilon_r + 1.5 = 2\varepsilon_r$

$0.5\varepsilon_r = 1.5$

$\varepsilon_r = 3$

이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 1.5는 새 정전용량 $1.5F$와 같은 숫자일 뿐 비유전율이 아니다. 틀린 표현 $\varepsilon_r = 1.5$ → 올바르게는 $\varepsilon_r = 3$이다.

② X
- $\varepsilon_r = 2$를 대입하면 $C = 2 \times 2/(2 + 1) = 4/3F$가 되어 $1.5F$가 아니다. 틀린 표현 $\varepsilon_r = 2$ → 올바르게는 $\varepsilon_r = 3$이다.

③ O
- $\varepsilon_r = 3$을 대입하면 $C = 2 \times 3/(3 + 1) = 1.5F$가 되어 조건과 일치한다.

④ X
- $\varepsilon_r = 4$를 대입하면 $C = 2 \times 4/(4 + 1) = 1.6F$가 되어 조건보다 크다. 틀린 표현 $\varepsilon_r = 4$ → 올바르게는 $\varepsilon_r = 3$이다.

⑤ X
- $\varepsilon_r = 5$를 대입하면 $C = 2 \times 5/(5 + 1) = 5/3F$가 되어 $1.5F$가 아니다. 틀린 표현 $\varepsilon_r = 5$ → 올바르게는 $\varepsilon_r = 3$이다.

계산 결과 $\varepsilon_r = 3$이므로 정답은 ③이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 유전체가 절반만 들어갔다는 말을 면적의 절반으로 착각해 병렬처럼 처리하는 것이다. 이 그림에서는 좌우로 두께 d의 진공층과 유전체층이 차례로 놓였으므로 두 커패시터가 직렬로 연결된 것처럼 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

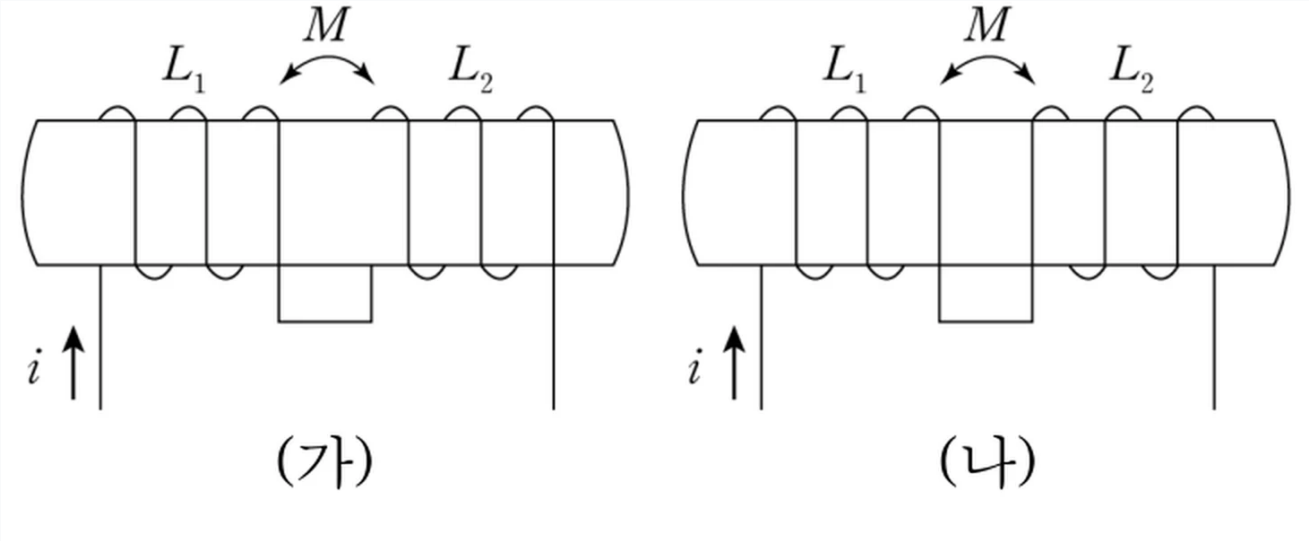
유전체가 판 사이 거리 방향으로 나뉘어 있으면 직렬 등가를 적용하고, 판 면적 방향으로 나뉘어 있으면 병렬 등가를 적용한다. 먼저 원래 커패시터 조건으로 $\varepsilon_0 A/d$ 같은 공통량을 구한 뒤 새 구조의 등가 정전용량식에 대입한다.

암기 포인트

거리 방향 분할은 직렬, 면적 방향 분할은 병렬이다. 이 문항의 새 정전용량은 $C = 2\varepsilon_r/(\varepsilon_r + 1)$로 정리된다.

NoteBase

문 22. 자기 인덕턴스 $L_1 = L_2 = 1$[H]인 두 코일을 그림 (가), (나)와 같이 직렬 접속하면 합성 인덕턴스가 각각 L_A, L_B가 된다. 이때 $L_A - L_B = 2$[H]이면, 결합계수 k는? (단, M은 상호 인덕턴스이다)



① 0.2

② 0.3

③ 0.4

④ 0.5

⑤ 0.6

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 상호 인덕턴스가 있는 두 코일의 직렬 합성 인덕턴스 공식으로 결합계수 k를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $L_1 = L_2 = 1H, L_A - L_B = 2H$

구해야 할 값: 결합계수 k

주의할 조건: M은 상호 인덕턴스이고, 두 직렬 접속의 감김 방향이 서로 달라 한쪽은 가동 직렬, 다른 한쪽은 차동 직렬이 된다.

NoteBase

사용할 공식

직렬 접속된 결합 코일의 합성 인덕턴스는 다음과 같다.

$L_{\text{add}} = L_1 + L_2 + 2M$

$L_{\text{sub}} = L_1 + L_2 - 2M$

결합계수는 다음과 같다.

$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$

두 그림은 같은 L_1, L_2를 쓰지만 상호 인덕턴스 항의 부호만 달라지므로 두 합성 인덕턴스의 차는 M으로 정해진다.

계산 과정

가동 직렬과 차동 직렬의 차를 잡으면 공통항 $L_1 + L_2$가 소거된다.

$L_A - L_B = (L_1 + L_2 + 2M) - (L_1 + L_2 - 2M) = 4M$

문제에서 $L_A - L_B = 2H$이므로

$4M = 2$

$M = 0.5H$

또 $L_1 = L_2 = 1H$이므로

$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = \frac{0.5}{\sqrt{1 \cdot 1}} = 0.5$

따라서 결합계수는 0.5이다.

선지 판단

① X: 0.2는 계산 결과 $k = 0.5$와 다르다. 틀린 표현 0.2 → 올바르게는 0.5이다.

② X: 0.3은 계산 결과 $k = 0.5$와 다르다. 틀린 표현 0.3 → 올바르게는 0.5이다.

③ X: 0.4는 계산 결과 $k = 0.5$와 다르다. 틀린 표현 0.4 → 올바르게는 0.5이다.

④ O: $L_A - L_B = 4M = 2H$에서 $M = 0.5H$이고, $k = M/\sqrt{L_1 L_2} = 0.5$가 되므로 맞다.

⑤ X: 0.6은 계산 결과 $k = 0.5$와 다르다. 틀린 표현 0.6 → 올바르게는 0.5이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 두 합성 인덕턴스의 차를 $2M$으로 착각하는 것이다. 가동 직렬은 $+2M$, 차동 직렬은 $-2M$이므로 둘의 차는 $4M$이다. 이 차이를 놓치면 $M = 1H$처럼 잘못 계산하거나 보기에서 임의의 값을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

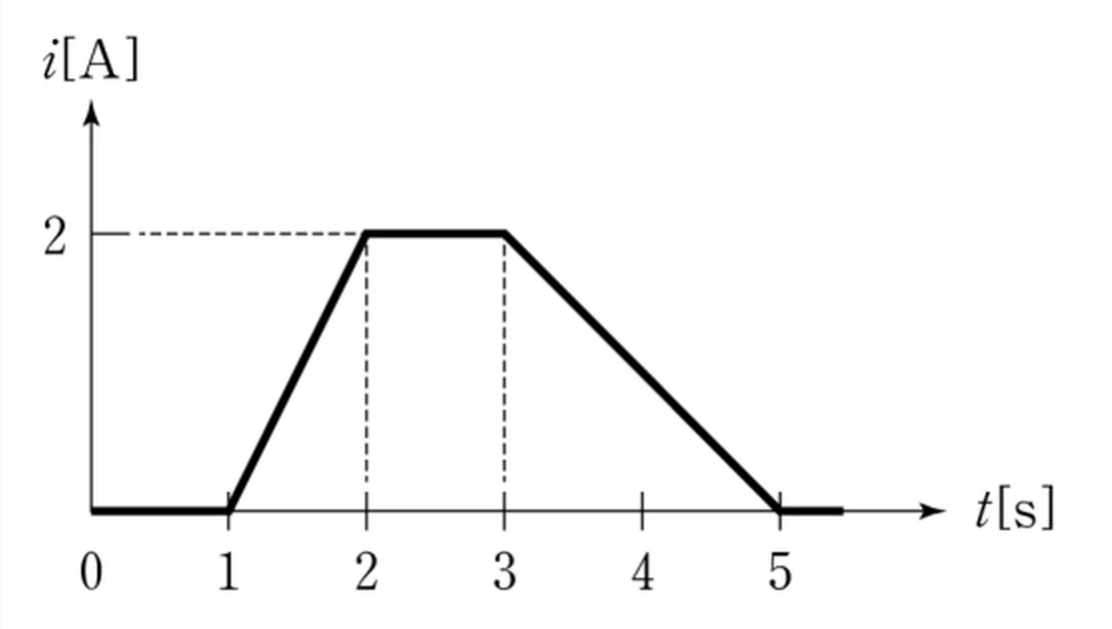
상호 인덕턴스가 있는 두 코일의 직렬 접속은 먼저 가동 직렬인지 차동 직렬인지 판단한다. 그다음 $L_1 + L_2 \pm 2M$을 적용하고, 두 경우의 차가 주어지면 $4M$ 관계로 M을 구한 뒤 $k = M/\sqrt{L_1 L_2}$에 대입한다.

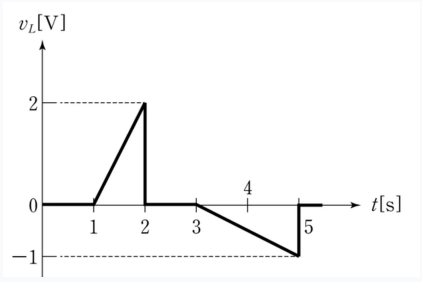
NoteBase

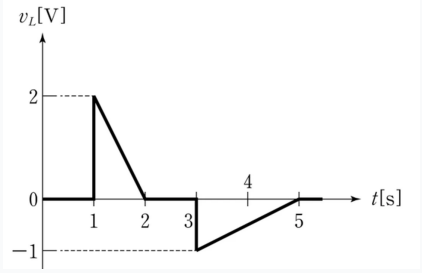
암기 포인트

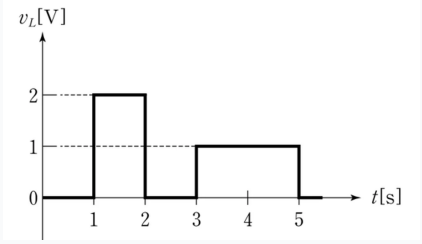
직렬 결합 코일은 $+2M$, $-2M$이고, 두 직렬 합성 인덕턴스의 차는 $4M$이다. $L_1 = L_2 = 1H$이면 $k = M$으로 바로 연결된다.

문 23. 인덕터에 다음과 같은 전류 i[A]가 흐를 때, 인덕터 양단 전압 v_L[V]은? (단, 인덕턴스는 1[H]이다)



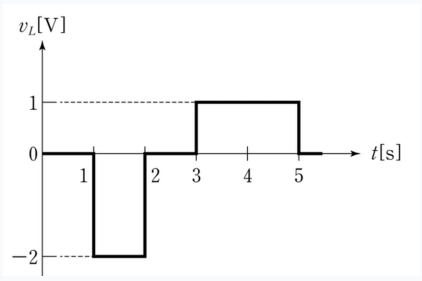
① 

② 

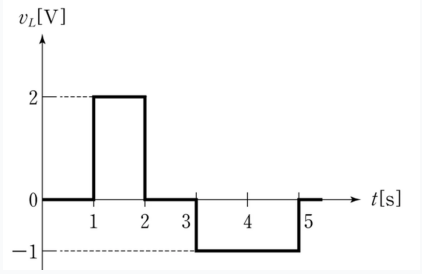
③ 

NoteBase

④



⑤



정답 5번

출제 포인트

이 문제는 인덕터 전압 공식 $v_L = Ldi/dt$를 이용해 전류-시간 그래프의 기울기를 전압 파형으로 바꾸는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 인덕턴스 $L = 1H$이다.
구해야 할 값: 인덕터 양단 전압 v_L의 시간별 파형이다.
주의할 조건: 전압은 전류값 i 자체가 아니라 전류의 기울기 di/dt에 비례한다.

사용할 공식

$v_L = L\frac{di}{dt}$
인덕터 전압은 전류가 시간에 따라 얼마나 빠르게 변하는지로 정해진다. 따라서 전류가 일정한 구간에서는 $di/dt = 0$이므로 $v_L = 0$이고, 전류가 증가하면 양의 전압, 감소하면 음의 전압이 된다.

계산 과정

0~1초: 전류가 0으로 일정하므로 $di/dt = 0$, 따라서 $v_L = 0$이다.
1~2초: 전류가 $0A$에서 $2A$로 1초 동안 선형 증가하므로 $di/dt = (2-0)/(2-1) = 2A/s$이다. $L = 1H$이므로 $v_L = 2V$이다.
2~3초: 전류가 $2A$로 일정하므로 $di/dt = 0$, 따라서 $v_L = 0$이다.
3~5초: 전류가 $2A$에서 $0A$로 2초 동안 선형 감소하므로 $di/dt = (0-2)/(5-3) = -1A/s$이다. $L = 1H$이므로 $v_L = -1V$이다.
따라서 전압 파형은 1~2초에 $+2V$, 3~5초에 $-1V$, 나머지 구간에 0이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 1~2초 구간을 0에서 $2V$로 증가하는 램프 전압으로 그렸지만, 이 구간의 전류 기울기는 일정하므로 전압은 $+2V$의 직사각형 파형이어야 한다. 3~5초도 $-1V$의 일정한 값이어야 하므로, 틀린 표현은 '전압도 기울어진다'이고 올바르게는 '전압은 전류 그래프의 기울기값으로 일정하다'이다.

② X
- 1~2초에서 전압을 $+2V$에서 0으로 내려가는 램프로 그렸지만, 실제 전압은 $+2V$로 일정하다. 3~5초에서도 $-1V$에서 0으로 올라가는 램프가 아니라 $-1V$로 일정해야 한다. 틀린 표현은 '전류가 선형 변화하므로 전압도 선형 변화한다'이고 올바르게는 '전류가 선형 변화하면 전류의 기울기는 일정하므로 전압은 상수이다'이다.

③ X
- 1~2초의 $+2V$는 맞지만, 3~5초를 $+1V$로 표시한 것이 틀리다. 이 구간은 전류가 감소하므로 $di/dt < 0$이고 전압은 $-1V$가 된다. 틀린 표현은 '감소 구간의 전압을 양수로 표시한 것'이고 올바르게는 '감소 구간의 전압은 음수'이다.

④ X
- 1~2초를 $-2V$, 3~5초를 $+1V$로 표시하여 부호가 모두 반대이다. 전류가 증가하는 1~2초는 $+2V$, 전류가 감소하는 3~5초는 $-1V$가 되어야 한다. 틀린 표현은 '전류 증가 시 음전압, 전류 감소 시 양전압'이고 올바르게는 '전류 증가 시 양전압, 전류 감소 시 음전압'이다.

⑤ O
- 1~2초에는 $+2V$, 2~3초에는 0, 3~5초에는 $-1V$로 표시되어 계산 결과와 일치한다. 전류가 일정한 0~1초와 2~3초, 5초 이후도 전압이 0으로 표시되어 맞다.

계산 결과와 일치하는 파형은 ⑤이므로 정답은 5번이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 전류 그래프의 모양을 그대로 전압 그래프로 옮기게 하는 것이다. 인덕터 전압은 전류의 크기가 아니라 기울기 di/dt를 본다. 그래서 전류가 비스듬히 증가하거나 감소하는 구간에서는 전압이 비스듬한 선이 아니라 일정한 직사각형 값으로 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

인덕터 전압 파형 문제는 각 시간 구간을 나누고, 전류 그래프의 기울기 di/dt를 구한 뒤, 그 값에 L을 곱해 판단한다. 기울기가 0이면 전압은 0, 기울기가 양수이면 양전압, 기울기가 음수이면 음전압이다.

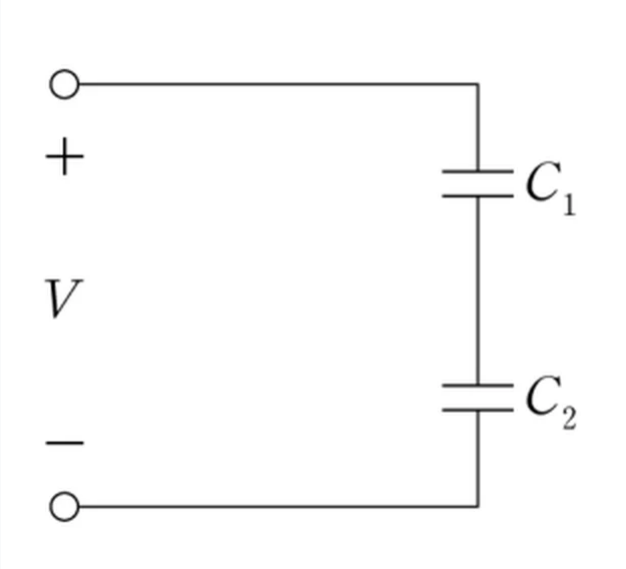
NoteBase

암기 포인트

인덕터는 $v = L di/dt$이다. 전류의 '높이'가 아니라 전류 그래프의 '기울기'가 전압을 만든다.

NoteBase

문 24. 다음 회로에서 직류 전압 V를 인가하였을 때, 커패시터 $C_1 = 1$[F]과 $C_2 = 2$[F]에 저장되는 정전 에너지를 각각 W_1, W_2라고 하면 $\frac{W_2}{W_1}$의 값은?



① 0.25

② 0.5

③ 1

④ 2

⑤ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직렬 연결된 커패시터에서 전하가 같다는 조건을 이용해 각 커패시터의 저장 에너지 비 W_2/W_1를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $C_1 = 1F$, $C_2 = 2F$, 전체 인가 전압 V이다.
구해야 할 값: W_2/W_1이다.
주의할 조건: 두 커패시터는 직렬 연결이므로 각 커패시터에 저장되는 전하 Q는 같다.

NoteBase

사용할 공식

커패시터 저장 에너지는 $W = \frac{Q^2}{2C}$이다.

이 공식을 쓰는 이유: 직렬 연결에서는 각 커패시터의 전하 Q가 같으므로, 에너지 비를 비교할 때 전하가 약분되고 정전용량의 역비만 남는다.

계산 과정

직렬 커패시터에서는 $Q_1 = Q_2 = Q$이다.

$$W_1 = \frac{Q^2}{2C_1}, \quad W_2 = \frac{Q^2}{2C_2}$$

따라서

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{Q^2/(2C_2)}{Q^2/(2C_1)} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{2} = 0.5$$

계산 결과 $W_2/W_1 = 0.5$이므로 정답은 2번이다.

선지 판단

① X
- 0.25는 계산 결과 0.5와 다르다. 틀린 표현은 "0.25"이고, 올바르게는 "0.5"이다. 전압 비나 정전용량 비를 제곱해 잘못 적용하면 나올 수 있는 오답이다.

② O
- 직렬 연결에서는 전하가 같고 $W = Q^2/(2C)$이므로 $W_2/W_1 = C_1/C_2 = 1/2 = 0.5$이다.

③ X
- 1은 두 커패시터의 저장 에너지가 같다고 본 값이다. 틀린 표현은 "1"이고, 올바르게는 "0.5"이다. 직렬에서 전하는 같지만 정전용량이 다르면 저장 에너지는 같지 않다.

④ X
- 2는 비를 반대로 계산한 값이다. 틀린 표현은 "2"이고, 올바르게는 "0.5"이다. W_2/W_1은 C_2/C_1이 아니라 C_1/C_2이다.

⑤ X
- 4는 정전용량의 역비를 다시 제곱하는 식으로 잘못 계산한 값이다. 틀린 표현은 "4"이고, 올바르게는 "0.5"이다. 같은 전하 조건에서는 에너지 비가 정전용량의 단순 역비로 정해진다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 직렬 연결에서 전압이 같다고 착각하거나, 에너지 공식 $W = \frac{1}{2}CV^2$만 떠올려 정전용량 비를 그대로 적용하는 것이다. 직렬 커패시터는 전하가 같고 전압은 정전용량에 반비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

커패시터 직렬 문제는 먼저 $Q_1 = Q_2$를 잡고, 에너지 비교에는 $W = Q^2/(2C)$를 적용한다. 병렬처럼 전압이 같다고 두면 오답이 된다.

암기 포인트

직렬 커패시터는 전하가 같고, 저장 에너지는 정전용량에 반비례한다. 따라서 $W_2/W_1 = C_1/C_2$이다.

문 25. 정상순(positive phase sequence) 평형 3상 회로에 관한 설명이다. <보기>에서 옳은 것만을 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. Y-결선 전원의 선간전압은 상전압보다 $\sqrt{3}$배 크고 30° 앞선다.

ㄴ. Y-결선 전원의 선전류는 상전류보다 $\sqrt{3}$배 크고 30° 뒤진다.

ㄷ. Δ-결선 부하로 들어가는 선전류는 부하에 흐르는 전류(상전류)보다 $\sqrt{3}$배 크고 30° 뒤진다.

ㄹ. Y-결선 부하 임피던스를 3배로 하면, 등가의 Δ-결선 부하 임피던스로 변환할 수 있다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄹ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄷ, ㄹ

정답 5번

출제 포인트

정상순 평형 3상 회로에서 Y결선과 Δ결선의 선간전압·상전압, 선전류·상전류, Y-Δ 등가 임피던스 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

정상순은 각 상이 a-b-c 순서로 120°씩 어긋나는 순서를 말한다.
Y결선에서는 선간전압이 상전압보다 $\sqrt{3}$배 크고, 대응하는 상전압보다 30° 앞선다.
Y결선에서는 선전류와 상전류가 같다.
Δ결선에서는 선전류가 상전류보다 $\sqrt{3}$배 크고, 대응하는 상전류보다 30° 뒤진다.
평형 부하의 Y-Δ 등가 변환은 $Z_\Delta = 3Z_Y$이다.

사용할 공식

Y결선 전압 관계: $V_L = \sqrt{3}V_P$, 정상순에서 선간전압은 상전압보다 30° 앞선다.
Y결선 전류 관계: $I_L = I_P$이다.
Δ결선 전류 관계: $I_L = \sqrt{3}I_P$, 정상순에서 선전류는 상전류보다 30° 뒤진다.
Y-Δ 등가 임피던스: $Z_\Delta = 3Z_Y$이다.
이 공식들은 평형 3상에서 같은 결선 안의 선값과 상값을 비교할 때 바로 적용된다.

NoteBase

선지 판단

ㄱ O
- Y결선 전원의 선간전압은 상전압의 벡터 차이이므로 크기는 $\sqrt{3}$배이고, 정상순 기준으로 대응 상전압보다 30° 앞선다.

ㄴ X
- 틀린 표현은 "Y-결선 전원의 선전류는 상전류보다 $\sqrt{3}$배 크고 30° 뒤진다"이다. 올바르게는 Y결선에서 선전류와 상전류가 같으므로 $I_L = I_P$이고 별도의 $\sqrt{3}$배, 30° 위상차가 없다.

ㄷ O
- Δ결선 부하에서 선전류는 두 상전류의 벡터 차이로 정해지므로 상전류보다 $\sqrt{3}$배 크고 정상순에서는 30° 뒤진다.

ㄹ O
- 평형 Y결선 부하의 각 상 임피던스를 Z_Y라 하면 등가 Δ결선의 각 상 임피던스는 $Z_\Delta = 3Z_Y$이다. 따라서 Y결선 부하 임피던스를 3배로 한 값이 등가 Δ결선 부하 임피던스가 된다.

① X
- ①은 ㄱ만 고른 선택지이다. 올바르게는 ㄱ뿐 아니라 ㄷ과 ㄹ도 옳다.

② X
- ②는 ㄷ만 고른 선택지이다. 올바르게는 ㄱ과 ㄹ도 함께 옳다.

③ X
- ③은 ㄱ, ㄹ만 고른 선택지이다. 올바르게는 ㄷ도 옳으므로 ㄱ, ㄷ, ㄹ이 되어야 한다.

④ X
- ④는 ㄴ, ㄷ을 고른 선택지이다. 올바르게는 ㄴ은 틀리고 ㄱ, ㄷ, ㄹ이 옳다.

⑤ O
- ⑤는 ㄱ, ㄷ, ㄹ을 모두 고른 선택지이고, 옳은 보기 조합과 일치한다.

옳은 것은 ㄱ, ㄷ, ㄹ이므로 정답은 5번이다.

NoteBase

오답 포인트

ㄴ은 Δ결선 전류 관계를 Y결선 전류 관계에 잘못 적용한 함정이다. Y결선에서 $\sqrt{3}$배와 30° 관계가 붙는 것은 전류가 아니라 선간전압과 상전압의 관계이다. 반대로 Δ결선에서 $\sqrt{3}$배와 30° 관계가 붙는 것은 전압이 아니라 선전류와 상전류의 관계이다.

다시 나오면 이렇게 판단

Y결선은 전압 쪽에서 $V_L = \sqrt{3}V_P$, 전류 쪽에서 $I_L = I_P$로 판단한다. Δ결선은 전압 쪽에서 $V_L = V_P$, 전류 쪽에서 $I_L = \sqrt{3}I_P$로 판단한다. 정상순의 위상은 Y 선간전압이 상전압보다 30° 앞서고, Δ 선전류가 상전류보다 30° 뒤진다고 정리한다.

암기 포인트

Y는 선간전압이 $\sqrt{3}$배 앞섬, Δ는 선전류가 $\sqrt{3}$배 뒤짐, Y에서 Δ 임피던스는 3배이다.

NoteBase