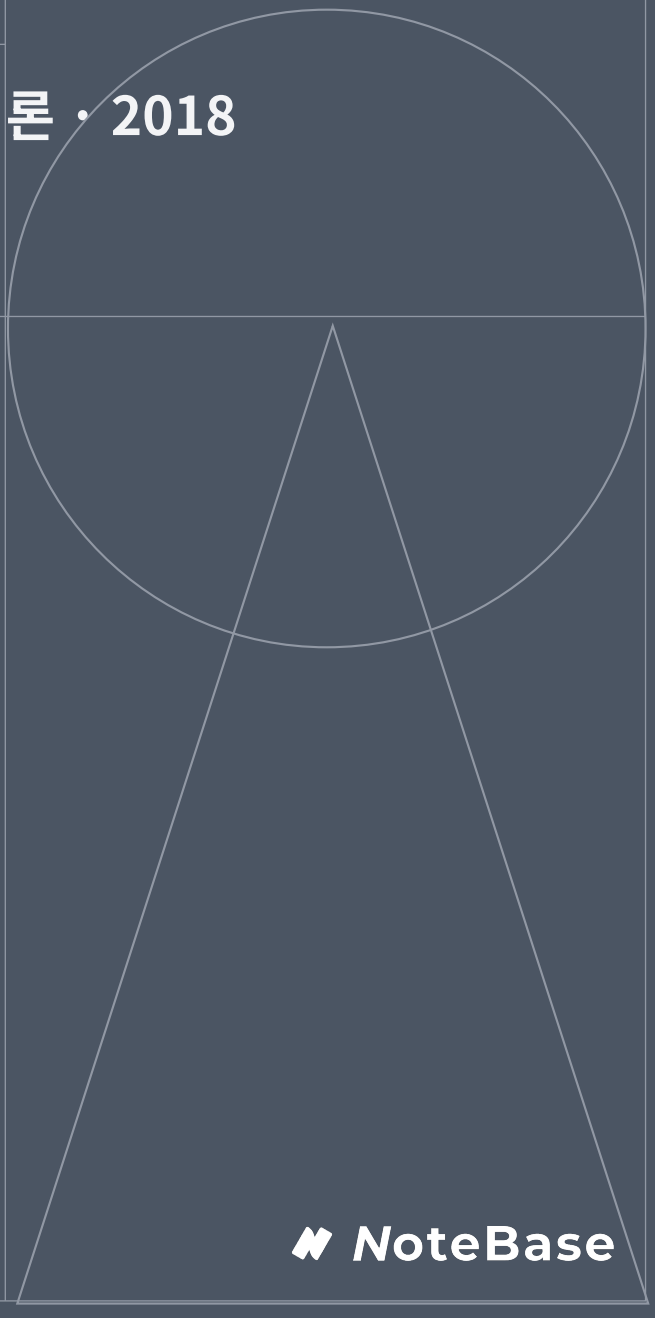
기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 전기이론 · 2018



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 전기이론 · 2018

공무원/국회직/9급 · 전기이론 · 2018

1. 다음 중 전기력선의 설명으로 옳은 것은?

① 전하가 없는 곳에서 전기력선은 불연속이다.
② 전기력선은 그 자신만으로 폐곡선을 이룬다.
③ 도체 내부에는 전기력선이 없다.
④ 전기력선은 등전위면에 수평으로 출입한다.
⑤ 전계가 0이 아닌 곳에서 2개의 전기력선은 서로 교차한다.

정답 3번

출제 포인트

정전기장에서 전기력선의 연속성, 폐곡선 여부, 도체 내부의 전기장, 등전위면과의 관계, 교차 가능성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

전기력선은 각 점에서의 접선 방향이 그 점의 전기장 방향을 나타내도록 그린 가상의 선이다. 전하가 없는 영역에서는 끊어지지 않고 이어지며, 정전기장의 전기력선은 스스로 닫힌 폐곡선을 만들지 않는다. 정전기적 평형 상태의 도체 내부에서는 전기장이 0이므로 전기력선이 없고, 전기력선은 등전위면에 수직으로 출입한다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '전하가 없는 곳에서 전기력선은 불연속이다'이다. 전하가 없는 영역에서도 전기력선은 중간에서 끊어지지 않고 연속적으로 이어진다.
② X — 틀린 표현은 '그 자신만으로 폐곡선을 이룬다'이다. 정전기장은 보존장이므로 전기력선은 스스로 닫힌 폐곡선을 이루지 않으며, 양전하에서 시작해 음전하 또는 무한대로 향한다.
③ O — 정전기적 평형 상태의 도체 내부에서는 전기장이 0이므로 전기력선이 존재하지 않는다.
④ X — 틀린 표현은 '등전위면에 수평으로 출입한다'이다. 전기력선은 등전위면의 접선 방향이 아니라 법선 방향, 즉 등전위면에 수직으로 출입한다.
⑤ X — 틀린 표현은 '전계가 0이 아닌 곳에서 2개의 전기력선은 서로 교차한다'이다. 전계가 0이 아닌 한 점에서 전기장의 방향은 하나로 정해지므로 두 전기력선은 서로 교차할 수 없다.

NoteBase

오답 포인트

③은 ‘도체 내부’를 정전기적 평형 상태로 해석하는 기본 성질이다. 또한 ④의 ‘수평’과 ‘수직’, ⑤의 ‘교차한다’와 ‘교차하지 않는다’를 뒤바꾼 표현이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

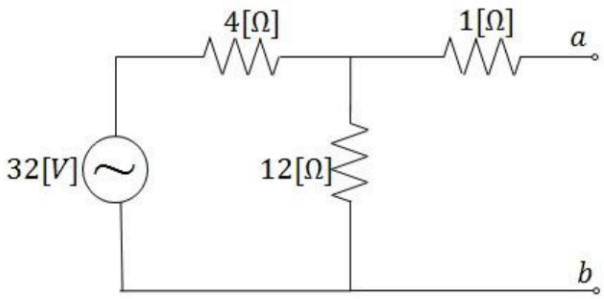
전기력선 문제에서는 ‘전하 없는 영역에서도 연속’, ‘정전기장에서 폐곡선 불가’, ‘평형 도체 내부 전기장 0’, ‘등전위면과 수직’, ‘전계가 0이 아닌 점에서 교차 불가’의 다섯 기준을 차례로 적용한다.

암기 포인트

전기력선은 끊기지 않고, 닫히지 않고, 교차하지 않으며, 등전위면과는 수직이다. 평형 도체 내부에는 전기력선이 없다.

NoteBase

2. 다음 그림의 $a-b$ 단에서 테브닌 등가회로를 구할 때 저항(R_{Th}) $[\Omega]$과 전압$(V_{Th})[V]$은?



① $R_{Th}=3,\ V_{Th}=8$
② $R_{Th}=3,\ V_{Th}=20$
③ $R_{Th}=4,\ V_{Th}=24$
④ $R_{Th}=4,\ V_{Th}=30$
⑤ $R_{Th}=5,\ V_{Th}=40$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단자 *a*-*b*에서 본 테브난 등가전압 V_{Th}와 테브난 등가저항 R_{Th}을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압원 32*V*, 저항 4Ω, 12Ω, 1Ω이다.
구해야 할 값: 단자 *a*-*b*에서의 V_{Th}와 R_{Th}이다.
주의할 조건: V_{Th}를 구할 때 출력 단자는 개방하므로 1Ω 저항에는 전류가 흐르지 않는다. R_{Th}를 구할 때 독립 전압원은 내부저항이 0인 단락으로 바꾼다.

NoteBase

사용할 공식

테브난 등가전압은 출력 단자의 개방전압이므로
$V_{Th} = V_{ab} = 32 \times \frac{12}{4+12}$
이다.
테브난 등가저항은 독립 전압원을 제거한 뒤 단자에서 바라본 합성저항이므로
$R_{Th} = 1 + (4 \parallel 12) = 1 + \frac{4 \times 12}{4+12}$
이다.
출력 개방 시 1Ω에 전압강하가 없어서 a점 전압은 4Ω과 12Ω의 접속점 전압과 같다. 전압원을 단락하면 4Ω과 12Ω은 같은 두 노드 사이에 연결되어 병렬이 되고, 이 병렬합성저항이 1Ω과 직렬이 된다.

계산 과정

1. 출력 단자를 개방하면 1Ω에 흐르는 전류는 0이므로 그 저항의 전압강하도 0이다.
2. 전압분배를 적용하면
$V_{Th} = 32 \times \frac{12}{4+12} = 24V$
이다.
3. 독립 전압원을 단락하면
$4 \parallel 12 = \frac{4 \times 12}{4+12} = 3\Omega$
이다.
4. 이 값과 1Ω을 직렬로 합하면
$R_{Th} = 1 + 3 = 4\Omega$
이다.

선지 판단

① X — $R_{Th} = 3\Omega$, $V_{Th} = 8V$는 모두 틀리다. 3Ω은 4Ω과 12Ω의 병렬합성값만 계산하고 직렬의 1Ω을 빠뜨린 값이다. 올바르게는 $R_{Th} = 4\Omega$, $V_{Th} = 24V$이다.
② X — $R_{Th} = 3\Omega$, $V_{Th} = 20V$는 모두 틀리다. 등가저항에는 직렬의 1Ω도 포함해야 하고, 개방전압은 $32 \times 12/(4+12) = 24V$이다. 올바르게는 $R_{Th} = 4\Omega$, $V_{Th} = 24V$이다.
③ O — 전압원을 단락했을 때 $R_{Th} = 1 + (4 \parallel 12) = 4\Omega$이고, 출력 개방 시 $V_{Th} = 32 \times 12/(4+12) = 24V$이므로 계산 결과와 모두 일치한다.
④ X — $R_{Th} = 4\Omega$은 맞지만 $V_{Th} = 30V$가 틀리다. 출력 개방 시에도 4Ω과 12Ω에는 전류가 흐르므로 전압분배가 일어난다. 올바르게는 $V_{Th} = 24V$이다.
⑤ X — $R_{Th} = 5\Omega$, $V_{Th} = 40V$는 모두 틀리다. R_{Th}은 모든 저항의 단순 직렬합이 아니라 $1 + (4 \parallel 12) = 4\Omega$이고, 수동 저항 회로의 개방전압이 공급전압 $32V$보다 커질 수 없다. 올바르게는 $R_{Th} = 4\Omega$, $V_{Th} = 24V$이다.

NoteBase

오답 포인트

등가전압을 구할 때 출력이 개방되어 있다는 사실을 회로 전체의 무전류 상태로 오해하기 쉽다. 개방 때문에 전류가 0인 부분은 1Ω 가지이며, 전압원 · 4Ω · 12Ω로 이루어진 폐회로에는 전류가 흐른다. 또한 등가저항에서 $4 \parallel 12 = 3\Omega$만 구하고 단자 a 앞의 직렬 1Ω을 누락하면 ①이나 ②를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

테브난 문제는 먼저 출력 단자를 개방하여 V_{Th}를 구하고, 다음으로 독립 전압원을 단락한 뒤 단자에서 바라본 합성저항으로 R_{Th}를 구한다. 개방된 가지의 전류와 회로 내부의 전류를 구분하고, 단자 바로 앞의 직렬저항까지 포함했는지 검산한다.

암기 포인트

테브난 등가회로는 '출력 개방전압이 V_{Th}, 독립 전압원을 끈 뒤 단자에서 본 저항이 R_{Th}'이다.

NoteBase

3. 각 값이 0이 아닌 R, L, C에 대하여 직렬회로에서 공진이 발생하였을 때 이 회로의 합성전류의 크기는?

① 전류가 흐르지 않는다.
② 전류가 무한대가 된다.
③ L값에 반비례한다.
④ 최대가 된다.
⑤ 최소가 된다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직렬 RLC 회로의 공진에서 유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스가 상쇄될 때 합성 임피던스와 전류가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: R, L, C가 모두 0이 아닌 직렬 RLC 회로가 공진 상태이다.
구해야 할 값: 합성전류의 크기가 최대인지 최소인지 판단한다.
주의할 조건: 동일한 인가전압에서 전류의 크기는 임피던스의 크기에 반비례한다.

사용할 공식

직렬 RLC 회로의 임피던스는

$$Z = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

이고, 공진 조건은

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$$

이다. 따라서 공진 시 $Z = R$, $|Z| = R$이 되며 전류의 크기는

$$|I| = \frac{|V|}{|Z|} = \frac{|V|}{R}$$

가 된다. 공진에서는 두 리액턴스가 상쇄되어 직렬회로의 임피던스가 최소가 되므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 공진 조건 $\omega_0 L = 1/(\omega_0 C)$를 임피던스 식에 대입한다.
2. 허수부가 0이 되어 $Z = R$만 남는다.
3. R은 0이 아니므로 임피던스는 0이 되지 않지만, 직렬회로에서 가능한 최소값 R이 된다.
4. 동일한 인가전압에서 $|I| = |V|/|Z|$이므로 합성전류의 크기는 최대가 된다.

선지 판단

① X — '전류가 흐르지 않는다'는 틀리다. 공진 시 전류는 0이 아니라 $|I| = |V|/R$로 흐른다. 올바르게는 '합성전류의 크기가 최대가 된다'이다.

② X — '전류가 무한대가 된다'는 틀리다. 문제에서 $R \neq 0$이므로 공진 시에도 임피던스가 R만큼 남아 전류는 유한한 $|V|/R$이다. 올바르게는 '전류는 유한한 최댓값이 된다'이다.

③ X — 'L값에 반비례한다'는 틀리다. 공진 시 L과 C의 리액턴스는 상쇄되고 전류의 크기는 $|V|/R$로 결정된다. 올바르게는 '동일한 인가전압에서 공진 전류의 크기는 R에 반비례한다'이다.

④ O — 공진 시 합성 임피던스의 크기가 R로 최소가 되므로 동일한 인가전압에서 합성전류의 크기는 최대가 된다.

⑤ X — '최소가 된다'는 틀리다. 직렬 공진에서는 임피던스가 최소이므로 전류는 최대가 된다. 올바르게는 '합성전류의 크기가 최대가 된다'이다.

오답 포인트

직렬 공진과 병렬 공진을 혼동하기 쉽다. 직렬 공진에서는 임피던스가 최소이고 전류가 최대이지만, 이상적인 병렬 공진에서는 입력 임피던스가 최대이고 전원 전류가 최소가 된다. 또한 공진에서 리액턴스가 상쇄된다고 해서 전체 임피던스가 0이 되는 것은 아니며, 0이 아닌 R이 남는다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RLC 공진 문제는 먼저 $X_L = X_C$로 리액턴스가 상쇄되는지 확인하고, $Z = R$로 임피던스가 최소가 되므로 $I = V/R$인 전류가 최대가 된다고 판단한다.

암기 포인트

직렬 공진은 '임피던스 최소, 전류 최대'이다.

NoteBase

4. 교류 전압원이 연결된 RC 직렬회로에서 R=5[Ω], C=10[F]일 때 이 회로의 시정수[sec]는?

① 0.5
② 2
③ 5
④ 15
⑤ 50

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 교류 전압원이 연결된 RC 직렬회로에서 저항과 커패시턴스의 곱으로 시정수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항 $R = 5\Omega$, 커패시턴스 $C = 10F$이다.
구해야 할 값: 회로의 시정수 τ이다.
주의할 조건: R과 C의 단위가 각각 Ω, F이므로 별도의 단위 환산 없이 곱한다.

사용할 공식

RC 회로의 시정수 공식은 $\tau = RC$이다. 저항과 커패시터로 이루어진 회로에서 충전·방전의 시간 척도는 저항과 커패시턴스의 곱으로 정해지므로 이 공식을 사용한다. 또한 $\Omega \cdot F = s$이므로 계산 결과의 단위는 초이다.

계산 과정

1. 공식에 주어진 값을 대입한다.
$\tau = RC = (5\Omega)(10F)$
2. 수치와 단위를 계산한다.
$\tau = 50\Omega \cdot F = 50s$
따라서 이 회로의 시정수는 $50s$이다.

선지 판단

① X — $0.5s$는 $RC = 50s$와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $50s$이다.
② X — $2s$는 저항과 커패시턴스의 곱이 아니다. 올바른 값은 $50s$이다.
③ X — $5s$는 R의 수치만 취한 값으로 시정수가 아니다. 올바른 값은 $50s$이다.
④ X — $15s$는 $R + C$로 계산한 값이며, 시정수는 합이 아니라 곱으로 구한다. 올바른 값은 $50s$이다.
⑤ O — $RC = (5\Omega)(10F) = 50s$이므로 계산 결과와 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

시정수를 $R + C$로 잘못 계산하면 ④의 $15s$를 고르게 된다. RC 회로의 시정수는 저항과 커패시턴스의 합이 아니라 곱이며, $\Omega \cdot F = s$라는 단위 관계로 검산할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

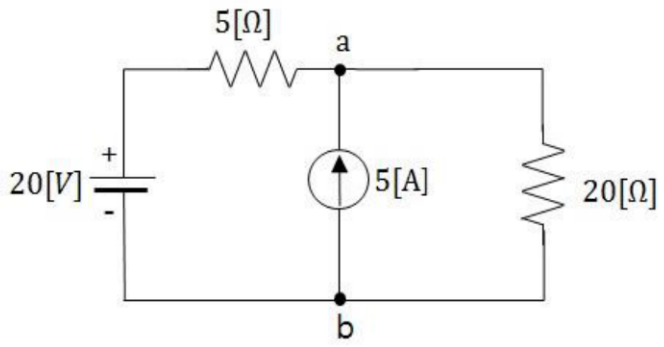
RC 시정수 문제는 주어진 R과 C의 단위를 확인하고, $\tau = RC$에 대입한 뒤 결과 단위가 초인지 검산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

RC 회로의 시정수는 $\tau = RC$이며 단위는 초이다.

NoteBase

5. 다음 회로에서 저항 20[Ω]에 흐르는 전류[A]는?



① 1.8
② 2.7
③ 3.6
④ 4.5
⑤ 5.4

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 전압원의 극성과 전류원의 방향을 반영한 노드 전압법으로 20Ω 저항에 흐르는 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

기준 노드: $V_b = 0V$
전압원의 위쪽 노드 전압: 극성이 위쪽이 +, 아래쪽이 −이므로 $+20V$
전류원: 노드 b에서 노드 a로 $5A$를 주입함
구해야 할 값: 20Ω 저항에서 a에서 b 방향으로 흐르는 전류

사용할 공식

노드 a의 전압을 V_a라 두고 키르히호프의 전류 법칙을 적용하면
$\frac{V_a - 20}{5} + \frac{V_a}{20} = 5$
가 된다. 왼쪽 5Ω 저항과 오른쪽 20Ω 저항을 통해 노드 a에서 나가는 전류의 합이 전류원이 노드 a로 공급하는 $5A$와 같기 때문에 이 식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

노드 방정식의 양변에 20을 곱하면

$4(V_a - 20) + V_a = 100$

$5V_a = 180, \qquad V_a = 36V$

이다. 따라서 20Ω 저항에 흐르는 전류는

$I_{20} = \frac{V_a}{20} = \frac{36}{20} = 1.8A$

이다. $V_a > V_b$이므로 전류의 방향은 노드 a에서 노드 b 방향이다.

선지 판단

① O — '1.8'은 계산 결과 $I_{20} = 1.8A$와 일치한다.

② X — '2.7'은 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 전류는 $1.8A$이다.

③ X — '3.6'은 노드 전압 $36V$를 20Ω로 나눈 결과와 일치하지 않는다. 올바른 전류는 $1.8A$이다.

④ X — '4.5'는 노드 방정식으로 구한 전류와 일치하지 않는다. 올바른 전류는 $1.8A$이다.

⑤ X — '5.4'는 전류원이 공급하는 전류가 두 저항 가지로 나뉜다는 조건을 반영한 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 전류는 $1.8A$이다.

오답 포인트

전류원에서 공급되는 $5A$가 모두 20Ω 저항으로 흐른다고 보면 안 된다. 노드 a에는 5Ω 저항 가지도 연결되어 있으므로 전류가 두 가지로 나뉜다. 또한 전압원의 극성에 따라 왼쪽 위 노드가 $+20V$라는 점과 전류원이 b에서 a로 전류를 공급한다는 방향을 노드 방정식에 정확히 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

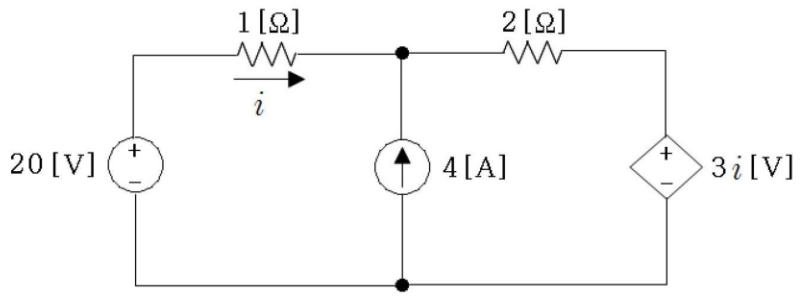
병렬 가지와 전류원이 만나는 회로에서는 기준 노드를 정한 뒤 각 노드 전압을 표시하고, '노드에서 나가는 전류의 합 = 노드로 들어오는 전류의 합'으로 방정식을 세운다. 마지막에는 구한 노드 전압을 해당 저항으로 나누고 전류 방향까지 확인한다.

암기 포인트

노드 전압법의 핵심은 I=(V_출발-V_도착)/R와 전류의 유입·유출 방향이다.

NoteBase

6. 다음 그림과 같은 회로에서 전류 i[A]는?



① 1
② 2
③ 4
④ 6
⑤ 8

정답 2번

출제 포인트

독립 전압원과 종속 전압원이 연결된 회로에서 옴의 법칙과 키르히호프의 전류 법칙을 적용하여 전류 i를 구하는 문제이다.

조건 정리

아래쪽 도선을 기준 전위 $0V$로 두면 왼쪽 위 노드 전압은 $20V$이고, 오른쪽 위 노드 전압은 종속 전압원에 의해 $3iV$이다. 중앙의 $4A$ 전류원은 아래에서 위로 중앙 노드에 전류를 공급한다. 중앙 노드 전압을 VV라 하면 1Ω 저항의 화살표 방향 전류는 iA이다.

사용할 공식

옴의 법칙에 따라
$i = \frac{20 - V}{1}$
이므로 $V = 20 - i$이다. 중앙 노드에서는 유입 전류와 유출 전류의 합이 같아야 하므로 키르히호프의 전류 법칙을 적용한다. 중앙 노드에서 각 가지로 나가는 전류를 양으로 잡으면
$\frac{V-20}{1} + \frac{V-3i}{2} - 4 = 0$
이다.

NoteBase

계산 과정

$V = 20 - i$를 중앙 노드의 전류 방정식에 대입한다.

$-i + \frac{20 - i - 3i}{2} - 4 = 0$

식을 정리하면

$-3i + 6 = 0$

이므로

$i = 2A$

이다.

선지 판단

① X — $i = 1A$를 정리된 식 $-3i + 6 = 0$에 대입하면 좌변이 3이 되어 성립하지 않는다. 틀린 값 $1A$ → 올바르게는 $2A$이다.

② O — $i = 2A$를 대입하면 $-3 \times 2 + 6 = 0$이 되어 노드 방정식을 만족한다.

③ X — $i = 4A$를 대입하면 좌변이 -6이 되어 성립하지 않는다. 틀린 값 $4A$ → 올바르게는 $2A$이다.

④ X — $i = 6A$를 대입하면 좌변이 -12가 되어 성립하지 않는다. 틀린 값 $6A$ → 올바르게는 $2A$이다.

⑤ X — $i = 8A$를 대입하면 좌변이 -18이 되어 성립하지 않는다. 틀린 값 $8A$ → 올바르게는 $2A$이다.

오답 포인트

중앙의 $4A$ 전류원은 중앙 노드로 유입되므로, 나가는 전류를 양으로 둔 노드 방정식에서는 -4로 쓴다. 또한 오른쪽 전압원은 독립적인 $3V$ 전압원이 아니라 전류 i에 따라 전압이 $3iV$가 되는 종속 전압원이다. 이 두 부호와 종속 관계를 놓치면 오답값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

기준 노드를 정한 뒤 각 노드 전압을 표시하고, 저항 전류를 옴의 법칙으로 나타낸 다음, 전류원의 화살표 방향을 반영하여 핵심 노드에 키르히호프의 전류 법칙을 적용한다. 종속 전원의 제어량은 별도의 상수로 바꾸지 않고 끝까지 식에 포함한다.

암기 포인트

노드 해석의 핵심은 기준 전위 설정, 전류 방향의 부호, 종속 전원의 제어량 유지이다.

NoteBase

7. 투자율 1, 단면적 1[m^2], 자로의 길이 1[m], 권수 10회인 철심 환상 솔레노이드의 인덕턴스[H]는?

① 0.01
② 0.1
③ 1
④ 10
⑤ 100

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 철심 환상 솔레노이드의 인덕턴스 공식에서 권수는 제곱하여 반영된다는 점을 이용해 인덕턴스를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 투자율 $\mu = 1H/m$, 단면적 $A = 1m^2$, 자로의 길이 $l = 1m$, 권수 $N = 10$이다.
구해야 할 값: 인덕턴스 L이다.
주의할 조건: 권수는 N이 아니라 N^2으로 공식에 들어간다.

사용할 공식

환상 솔레노이드의 인덕턴스는
$L = \frac{\mu N^2 A}{l}$
이다. 자로의 자기저항이 $l/(\mu A)$이고 인덕턴스가 권수의 제곱에 비례하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입하면
$L = \frac{1 \times 10^2 \times 1}{1} = 100H$
이다. 별도의 단위 환산은 필요하지 않으며 계산 결과는 $100H$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $0.01H$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $100H$이다.
② X — $0.1H$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $100H$이다.
③ X — $1H$는 권수의 제곱 효과를 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 $N^2 = 10^2 = 100$을 반영하여 $100H$가 된다.
④ X — $10H$는 권수 $N = 10$을 제곱하지 않고 한 번만 곱한 값이다. 올바르게는 $N^2 = 100$을 곱하여 $100H$가 된다.
⑤ O — 공식에 모든 값을 대입한 결과가 $100H$이므로 옳다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 권수 10을 그대로 한 번만 곱해 ④를 고르는 것이다. 인덕턴스는 권수에 비례하는 것이 아니라 권수의 제곱에 비례하므로 반드시 $10^2 = 100$을 적용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

환상 솔레노이드 문제에서는 μ, A, l, N을 먼저 정리하고 $L = \mu N^2 A/l$에 대입한 뒤 권수의 제곱과 단위를 검산한다.

암기 포인트

인덕턴스는 투자율과 단면적에 비례하고, 자로 길이에 반비례하며, 권수의 제곱에 비례한다: $L \propto \mu A N^2/l$.

NoteBase

8. 교류회로의 유효전력이 40[W], 무효전력이 30[VAR]일 때 역률[%]은?

① 50
② 60
③ 70
④ 80
⑤ 90

정답 4번

출제 포인트

유효전력과 무효전력으로 피상전력을 구한 뒤, 유효전력이 피상전력에서 차지하는 비율인 역률을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 유효전력 $P = 40W$, 무효전력 $Q = 30VAR$
구해야 할 값: 역률 $\cos\theta$의 백분율
주의할 조건: P와 Q를 바로 나누지 않고 먼저 피상전력 S를 구한다.

사용할 공식

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
$\cos\theta = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$
교류회로의 전력 삼각형에서 유효전력 P와 무효전력 Q는 서로 직각인 성분이므로 피상전력 S는 피타고라스 관계로 구한다. 역률은 피상전력에 대한 유효전력의 비율이다.

계산 과정

1. 피상전력을 계산한다.

$S = \sqrt{(40W)^2 + (30VAR)^2} = 50VA$

2. 역률을 계산한다.

$\cos\theta = \frac{P}{S} = \frac{40}{50} = 0.8$

3. 백분율로 바꾼다.

$0.8 \times 100 = 80\%$

NoteBase

선지 판단

① X — 50%는 계산 결과 80%와 다르다. '역률은 50%이다'가 아니라 '역률은 80%이다'가 올바른 표현이다. 50은 피상전력의 수치 50VA를 역률로 잘못 고른 값이다.
② X — 60%는 계산 결과 80%와 다르다. '역률은 60%이다'가 아니라 '역률은 80%이다'가 올바른 표현이다. 60%는 무효전력과 피상전력의 비 30/50을 사용한 값이다.
③ X — 70%는 계산 결과 80%와 다르다. '역률은 70%이다'가 아니라 '역률은 80%이다'가 올바른 표현이다. 유효전력과 무효전력을 단순히 더하거나 빼서는 70%를 역률로 얻을 수 없다.
④ O — $S = 50VA$이므로 역률은 $40/50 = 0.8 = 80\%$이다.
⑤ X — 90%는 계산 결과 80%와 다르다. '역률은 90%이다'가 아니라 '역률은 80%이다'가 올바른 표현이다. 역률은 유효전력과 피상전력의 비로 계산해야 한다.
계산 결과 역률은 80%이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

피상전력의 수치 50을 그대로 역률 50%로 고르거나, 무효전력과 피상전력의 비 $Q/S = 30/50 = 60\%$를 역률로 착각하기 쉽다. 역률의 분자는 무효전력 Q가 아니라 유효전력 P이다.

다시 나오면 이렇게 판단

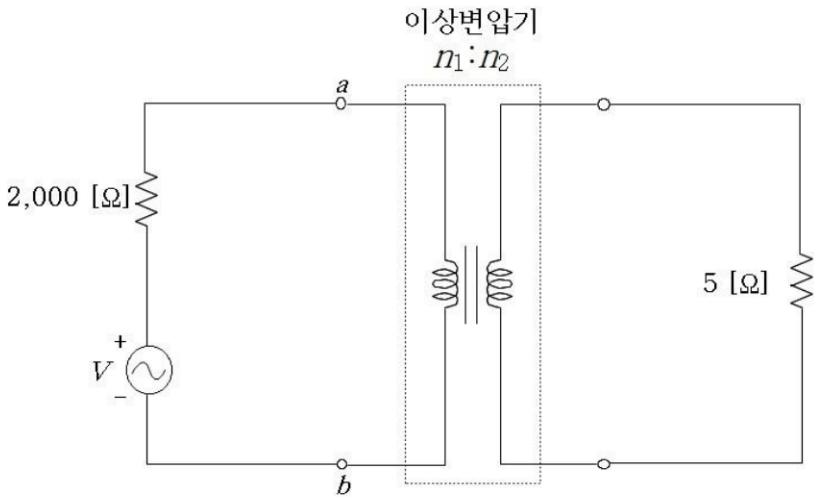
유효전력과 무효전력이 주어지면 먼저 $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$로 피상전력을 구하고, 다음으로 P/S를 계산한 뒤 100을 곱해 백분율 역률로 판단한다.

암기 포인트

전력 삼각형은 $S^2 = P^2 + Q^2$, 역률은 P/S이다. $P : Q = 3 : 4$ 또는 $4 : 3$ 형태에서는 3-4-5 삼각형을 활용할 수 있다.

NoteBase

9. 이상변압기를 사용하여 5[Ω]의 저항에 최대전력을 공급하고자 할 때 이 이상변압기의 1차 측과 2차 측의 권수비 $(n_1 : n_2)$는?



① 1:1
② 5:1
③ 10:1
④ 15:1
⑤ 20:1

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 최대전력 전달 조건과 이상변압기의 임피던스 환산식을 이용하여 필요한 권수비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 측 직렬저항은 2,000Ω, 2차 측 부하저항은 5Ω이다.
구해야 할 값: 이상변압기의 권수비 $n_1 : n_2$이다.
주의할 조건: 최대전력이 전달되려면 2차 부하를 1차 측으로 환산한 저항이 전원 측 직렬저항과 같아야 한다.

사용할 공식

이상변압기에서 2차 부하저항 R_L을 1차 측으로 환산한 저항은
$R_L' = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R_L$
이다. 최대전력 전달 조건은
$R_L' = R_s$
이다. 이상변압기는 임피던스를 권수비의 제곱으로 환산하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 2차 측의 5Ω 부하를 1차 측으로 환산한다.
$R_L' = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2(5\Omega)$
2. 최대전력 전달 조건에 따라 환산저항을 2,000Ω과 같게 둔다.
$\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2(5) = 2{,}000$
3. 권수비를 계산한다.
$\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 = 400, \qquad \frac{n_1}{n_2} = 20$
권수는 양수이므로 권수비는 $n_1 : n_2 = 20 : 1$이다.

선지 판단

① X — 1 : 1이면 1차 환산저항은 $1^2 \times 5 = 5\Omega$이므로 2,000Ω과 일치하지 않는다. 올바르게는 20 : 1이다.
② X — 5 : 1이면 1차 환산저항은 $5^2 \times 5 = 125\Omega$이므로 최대전력 전달 조건을 만족하지 않는다. 올바르게는 20 : 1이다.
③ X — 10 : 1이면 1차 환산저항은 $10^2 \times 5 = 500\Omega$이므로 최대전력 전달 조건을 만족하지 않는다. 올바르게는 20 : 1이다.
④ X — 15 : 1이면 1차 환산저항은 $15^2 \times 5 = 1{,}125\Omega$이므로 최대전력 전달 조건을 만족하지 않는다. 올바르게는 20 : 1이다.
⑤ O — 20 : 1이면 1차 환산저항은 $20^2 \times 5 = 2{,}000\Omega$이므로 전원 측 직렬저항과 같아져 최대전력이 전달된다.

오답 포인트

변압기의 저항 환산비를 권수비 자체로 적용하면 안 된다. 저항은 권수비의 제곱으로 환산되므로 $2{,}000/5 = 400$에서 바로 400 : 1로 판단하지 않고, 제곱근을 취하여 20 : 1을 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기를 이용한 최대전력 전달 문제에서는 먼저 부하를 전원 측으로 환산하고, 그 환산저항을 전원 내부저항과 같게 둔 뒤 권수비를 계산한다.

암기 포인트

임피던스는 권수비의 제곱으로 환산한다: $Z_1/Z_2 = (n_1/n_2)^2$.

NoteBase

10. 어떤 부하에 인가한 전압과 흐르는 전류의 값이 아래와 같을 때 소비전력[W]은?

$$v(t)=220\sqrt{2}\,sin(314t+\frac{\pi}{3})[V] \quad , \quad i(t)=5\sqrt{2}\,sin(314t+\frac{\pi}{6})[A]$$

① $P=220*5*\cos\frac{\pi}{6}$

② $P=220*5*\sin\frac{\pi}{6}$

③ $P=220\sqrt{2}*5\sqrt{2}*\cos\frac{\pi}{6}$

④ $P=220\sqrt{2}*5\sqrt{2}*\sin\frac{\pi}{6}$

⑤ $P=220\sqrt{2}*5\sqrt{2}*\sin\frac{\pi}{3}$

정답 1번

출제 포인트

정현파 교류에서 전압과 전류의 실효값 및 위상차를 이용하여 유효전력, 즉 소비전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

전압의 실효값은 $V=220V$, 전류의 실효값은 $I=5A$이다. 전압 위상은 $\pi/3$, 전류 위상은 $\pi/6$이므로 위상차는 $\phi=\pi/3-\pi/6=\pi/6$이다. 구해야 할 값은 부하에서 소비되는 유효전력 P이다.

사용할 공식

정현파 교류의 유효전력은 $P=VI\cos\phi$이다. 주어진 전압과 전류 식에서 $220\sqrt{2}$와 $5\sqrt{2}$는 각각 최댓값이므로, 공식에는 그에 대응하는 실효값 220과 5를 사용한다. 유효전력은 전압과 전류의 위상차에 대한 코사인 성분으로 결정되므로 $\sin\phi$가 아니라 $\cos\phi$를 사용한다.

계산 과정

1. 위상차를 구하면 $\phi=\pi/3-\pi/6=\pi/6$이다.
2. 실효값을 유효전력 공식에 대입하면 $P=220\times5\times\cos(\pi/6)$이다.
3. 따라서 $P=1100\times(\sqrt{3}/2)=550\sqrt{3}W$이며, 약 $952.6W$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 실효값 $220V$, $5A$와 위상차 $\pi/6$을 $P = VI\cos\phi$에 정확히 대입한 식이다.
② X — $\sin(\pi/6)$을 사용한 부분이 틀렸다. 올바르게는 $P = 220 \times 5 \times \cos(\pi/6)$이다.
③ X — 최댓값 $220\sqrt{2}$와 $5\sqrt{2}$를 곧바로 곱하여 평균을 구할 때 필요한 1/2을 빠뜨렸다. 최댓값을 사용한다면 올바르게는 $P = (220\sqrt{2})(5\sqrt{2})\cos(\pi/6)/2$이다.
④ X — 최댓값을 쓰면서 1/2을 빠뜨렸고, 유효전력에 사인이 아닌 코사인을 써야 한다. 올바르게는 $P = (220\sqrt{2})(5\sqrt{2})\cos(\pi/6)/2$이다.
⑤ X — 최댓값 사용 시 필요한 1/2을 빠뜨렸으며, 사인과 $\pi/3$도 잘못 사용했다. 실제 위상차는 $\pi/6$이므로 올바르게는 $P = (220\sqrt{2})(5\sqrt{2})\cos(\pi/6)/2$이다.

오답 포인트

교류 순시식 앞의 $\sqrt{2}$가 붙은 계수는 최댓값이다. 소비전력 공식 $P = VI\cos\phi$에서는 실효값을 사용하며, ϕ는 각 식의 위상 자체가 아니라 전압과 전류의 위상차이다. 또한 유효전력은 코사인 성분이고, 사인 성분은 무효전력과 관련된다.

다시 나오면 이렇게 판단

순시식의 진폭을 $\sqrt{2}$로 나누어 실효값을 정하고, 전압 위상에서 전류 위상을 빼 위상차를 구한 뒤 $P = VI\cos\phi$에 대입한다. 최댓값을 직접 사용하면 $P = V_m I_m \cos\phi/2$가 된다.

암기 포인트

유효전력은 '실효값끼리 곱하고 위상차의 코사인'을 곱한다: $P = VI\cos\phi$.

NoteBase

11. 두 점 사이에서 $20[C]$의 전하를 옮기는 데 $80[J]$의 에너지가 필요하다면 두 점 사이의 전압$[V]$은?

① 2
② 4
③ 5
④ 8
⑤ 20

정답 2번

출제 포인트

전하를 옮기는 데 필요한 에너지와 전하량의 관계를 이용하여 두 점 사이의 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전하량: $Q = 20C$
필요한 에너지: $W = 80J$
구해야 할 값: 두 점 사이의 전압 V

사용할 공식

$W = QV$
따라서 $V = \frac{W}{Q}$이다. 전압은 단위 전하당 필요한 에너지이므로, 전체 에너지를 옮긴 전하량으로 나눈다.

계산 과정

$V = \frac{W}{Q} = \frac{80J}{20C} = 4V$
따라서 두 점 사이의 전압은 $4V$이다.

선지 판단

① X — $2V$는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $80J$를 $20C$로 나누어 $4V$이다.
② O — $80J \div 20C = 4V$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — $5V$는 계산 결과와 다르다. 올바른 전압은 $4V$이다.
④ X — $8V$는 계산 결과와 다르다. 올바른 전압은 $4V$이다.
⑤ X — $20V$는 전하량 $20C$를 전압으로 잘못 선택한 값이다. 올바른 전압은 $4V$이다.

오답 포인트

에너지 W와 전하량 Q를 그대로 선지에서 찾는 것이 아니라 $V = W/Q$로 계산해야 한다. 특히 Q/W처럼 분자와 분모를 바꾸거나, 주어진 $20C$를 전압으로 착각하지 않아야 한다.

NoteBase

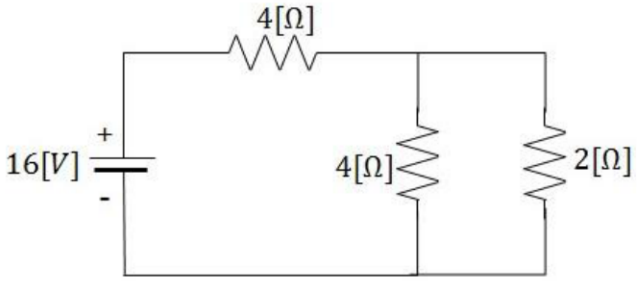
다시 나오면 이렇게 판단

전하 이동에 필요한 에너지와 전하량이 주어지면 전압을 단위 전하당 에너지로 보고 $V = W/Q$를 적용한 뒤, $J/C = V$로 단위를 검산한다.

암기 포인트

전압은 전하 $1C$당 에너지이며, $1V = 1J/C$이다.

12. 다음 회로에서 $2[\Omega]$ 저항에서 소모된 전력$[W]$은?



① 1
② 2
③ 4
④ 6
⑤ 8

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 직렬·병렬 합성저항으로 병렬부의 전압을 구한 뒤, 전력 공식으로 2Ω 저항에서 소모되는 전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 $16V$, 직렬 저항은 4Ω, 병렬 저항은 4Ω와 2Ω이다.
구해야 할 값: 2Ω 저항의 소비전력이다.
주의할 조건: 병렬로 연결된 두 저항에는 같은 전압이 걸린다.

사용할 공식

병렬 합성저항은 $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ 이고, 회로의 전류는 $I = \frac{V}{R}$ 이다. 저항의 소비전력은 $P = \frac{V^2}{R}$ 이다.
병렬부 전체에 걸리는 전압이 곧 2Ω 저항의 양단 전압이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 병렬부의 합성저항은 $R_p = \frac{4 \times 2}{4+2} = \frac{4}{3}\Omega$ 이다.
2. 전체 합성저항과 전체 전류는 $R_T = 4 + \frac{4}{3} = \frac{16}{3}\Omega$, $I_T = \frac{16}{16/3} = 3A$ 이다.
3. 병렬부 전압은 $V_p = I_T R_p = 3 \times \frac{4}{3} = 4V$ 이다.
4. 따라서 2Ω 저항의 소비전력은 $P = \frac{V_p^2}{2} = \frac{4^2}{2} = 8W$ 이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 계산 결과는 8W이므로 1W는 틀리며, 올바른 값은 8W이다.
② X — 계산 결과는 8W이므로 2W는 틀리며, 올바른 값은 8W이다.
③ X — 4는 병렬부 전압의 수치이지 소비전력이 아니므로 4W는 틀리며, 올바른 값은 8W이다.
④ X — 2Ω 저항에는 4V가 걸리므로 6W는 틀리며, 올바른 값은 8W이다.
⑤ O — 2Ω 저항에 4V가 걸리므로 소비전력은 $P = 4^2/2 = 8W$이다.
계산 결과 8W이므로 정답은 5번이다.

오답 포인트

병렬부의 4V를 전력 4W로 착각하거나, 직렬 구간의 전체 전류 3A가 그대로 2Ω 저항에 흐른다고 보는 것이 함정이다. 병렬 지점에서는 전류가 나뉘지만 두 병렬 저항의 전압은 같다.

다시 나오면 이렇게 판단

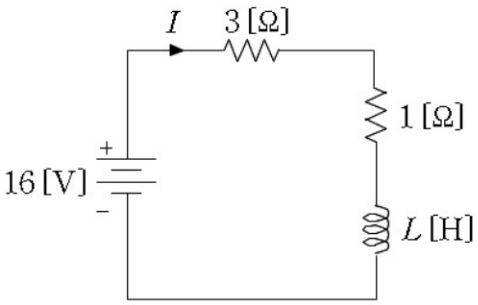
직렬·병렬 혼합회로의 특정 저항 전력은 합성저항 계산, 전체 전류 계산, 해당 저항의 전압 또는 전류 계산, 전력 공식 적용의 순서로 판단한다.

암기 포인트

병렬은 전압이 같고, 저항의 전력은 $P = VI = I^2R = V^2/R$이다.

NoteBase

13. 다음 그림과 같은 RL 직렬회로에서 오랜 시간이 경과된 이후 코일에 저장된 에너지가 32 [J]이라고 할 때 코일의 인덕턴스 L의 크기[H]는? (단, t=0 [sec]일 때 초기 전류는 I(0)=0 [A]라고 가정한다.)



① 1
② 2
③ 3
④ 4
⑤ 5

정답 4번

출제 포인트

직류 RL 직렬회로에서 충분히 긴 시간이 지난 뒤의 정상상태 전류를 구하고, 인덕터의 저장 에너지 공식으로 인덕턴스 L을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원전압 $V = 16V$, 직렬저항 $R = 3 + 1 = 4\Omega$, 저장 에너지 $W = 32J$이다.
구해야 할 값: 코일의 인덕턴스 L이다.
주의할 조건: 충분히 긴 시간이 지나면 직류 정상상태가 되어 이상적인 인덕터는 단락처럼 작용한다. 따라서 정상상태 전류는 두 저항의 합성저항으로 구한다. 초기전류 $I(0) = 0A$는 과도상태의 출발 조건이며, 장시간 후 전류값에는 영향을 주지 않는다.

NoteBase

사용할 공식

정상상태 전류는
$I(\infty) = \frac{V}{R}$
이고, 인덕터에 저장되는 에너지는
$W = \frac{1}{2}LI^2$
이다. 장시간이 지난 직류 RL 회로에서는 인덕터 양단 전압이 0이 되어 회로 전류가 저항에 의해서만 정해지므로 이 두 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 전체 직렬저항은 $R = 3 + 1 = 4\Omega$이다.
2. 장시간 후 정상상태 전류는
$I(\infty) = \frac{16}{4} = 4A$
이다.
3. 저장 에너지식에 대입하면
$32 = \frac{1}{2}L(4)^2 = 8L$
이므로
$L = 4H$
이다.

선지 판단

① X — $1H$는 계산 결과 $4H$와 다르다. ①의 '1'은 틀린 값이며, 올바른 값은 $4H$이다.
② X — $2H$는 계산 결과 $4H$와 다르다. ②의 '2'는 틀린 값이며, 올바른 값은 $4H$이다.
③ X — $3H$는 계산 결과 $4H$와 다르다. ③의 '3'은 틀린 값이며, 올바른 값은 $4H$이다.
④ O — 정상상태 전류 $4A$를 $W = \frac{1}{2}LI^2$에 대입하면 $L = 4H$이므로 옳다.
⑤ X — $5H$는 계산 결과 $4H$와 다르다. ⑤의 '5'는 틀린 값이며, 올바른 값은 $4H$이다.
계산 결과가 $4H$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

초기전류 $I(0) = 0A$를 에너지식에 그대로 대입하는 것이 함정이다. 문제의 에너지 $32J$는 오랜 시간이 지난 뒤의 값이므로, 먼저 정상상태 전류 $I(\infty) = 4A$를 구해야 한다. 또한 두 저항은 직렬이므로 3Ω만 사용하지 않고 $3 + 1 = 4\Omega$를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 RL 회로의 장시간 후 값을 묻는 경우 인덕터를 단락으로 보고 합성저항으로 $I(\infty)$를 먼저 구한 뒤, $W = \frac{1}{2}LI^2$에 대입하여 미지수를 계산한다. 마지막에는 에너지 단위가 J, 인덕턴스 단위가 H인지 검산한다.

NoteBase

암기 포인트

직류 정상상태에서 코일은 단락이며, 저장 에너지는 $W = \frac{1}{2}LI^2$이다.

NoteBase

14. 아래 식과 같은 정현파 신호에 대한 진폭(A), 주기(T), 위상(ϕ)이 옳은 것은?

$$x(t) = 10\sqrt{2}\cos(880\pi t - 0.4\pi)$$

	A	T	ϕ
①	10	$\frac{1}{880}$	0.4π
②	10	$\frac{1}{440}$	-0.4π
③	$10\sqrt{2}$	$\frac{1}{440}$	0.4π
④	$10\sqrt{2}$	$\frac{1}{440}$	-0.4π
⑤	$10\sqrt{2}$	$\frac{1}{880}$	-0.4π

정답 4번

출제 포인트

정현파의 표준형 $x(t) = A\cos(\omega t + \phi)$와 주어진 식을 비교하여 진폭 A, 주기 T, 위상 ϕ를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 식은 $x(t) = 10\sqrt{2}\cos(880\pi t - 0.4\pi)$이다.
구해야 할 값은 진폭 A, 주기 T, 위상 ϕ이다.
각주파수는 $\omega = 880\pi$이고, 코사인 안의 상수항 부호까지 위상에 포함한다.

사용할 공식

정현파의 표준형과 주기 관계는 다음과 같다.

$x(t) = A\cos(\omega t + \phi)$, $\omega = 2\pi f$, $T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$

주어진 식이 이미 코사인 표준형이므로 코사인 앞의 계수는 진폭이고, t의 계수는 각주파수이며, 괄호 안의 상수항은 위상이다.

NoteBase

계산 과정

1. 코사인 앞의 계수를 비교하면 $A = 10\sqrt{2}$이다.
2. $\omega = 880\pi$이므로 $f = \omega/(2\pi) = 440$이고, 따라서 $T = 1/f = 1/440$이다.
3. 괄호 안의 상수항을 그대로 읽으면 $\phi = -0.4\pi$이다.

따라서 $(A, T, \phi) = (10\sqrt{2}, 1/440, -0.4\pi)$이다.

선지 판단

① X — $A = 10$, $T = 1/880$, $\phi = 0.4\pi$는 세 값이 모두 다르다. 올바르게는 $A = 10\sqrt{2}$, $T = 1/440$, $\phi = -0.4\pi$이다.

② X — $T = 1/440$과 $\phi = -0.4\pi$는 맞지만, 진폭을 10으로 제시한 부분이 틀리다. 올바르게는 $A = 10\sqrt{2}$이다.

③ X — $A = 10\sqrt{2}$와 $T = 1/440$은 맞지만, 위상을 0.4π로 제시한 부분이 틀리다. 올바르게는 $\phi = -0.4\pi$이다.

④ O — $A = 10\sqrt{2}$, $T = 1/440$, $\phi = -0.4\pi$로 계산 결과와 모두 일치한다.

⑤ X — $A = 10\sqrt{2}$와 $\phi = -0.4\pi$는 맞지만, 주기를 1/880로 제시한 부분이 틀리다. 올바르게는 $T = 1/440$이다.

오답 포인트

각주파수 ω를 곧바로 주파수 f로 보아 $T = 1/880$로 판단하는 것이 핵심 함정이다. $\omega = 2\pi f$이므로 880π를 2π로 나누어 $f = 440$을 구해야 한다. 또한 위상은 -0.4π처럼 부호까지 그대로 읽어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

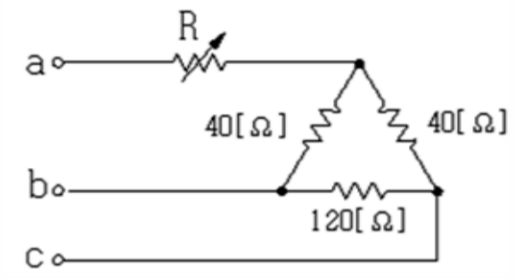
정현파 식을 $A\cos(\omega t + \phi)$와 항별로 비교한다. 먼저 앞의 계수에서 A, t의 계수에서 ω, 상수항에서 ϕ를 읽고, 주기는 반드시 $T = 2\pi/\omega$로 환산한다.

암기 포인트

코사인 앞은 진폭, t 앞은 각주파수, 괄호 안 상수항은 부호를 포함한 위상이며, 주기는 $T = 2\pi/\omega$이다.

NoteBase

15. 다음 그림과 같은 순저항 회로에서 대칭 3상 전압을 인가할 때 각 선에 흐르는 전류의 크기가 같으려면 $R[\Omega]$은?



① 12
② 16
③ 20
④ 24
⑤ 28

정답 2번

출제 포인트

불평형 Δ 결선의 저항을 Y 결선으로 변환한 뒤, 세 선의 전류 크기가 같아지는 저항 R을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R_{ab} = 40\Omega$, $R_{ac} = 40\Omega$, $R_{bc} = 120\Omega$이다.
구해야 할 값: a선에 직렬로 연결된 저항 R이다.
주의할 조건: 대칭 3상 전압에서 세 선전류의 크기가 같으려면 Y 변환 후 각 선에 연결된 전체 저항이 같아야 한다.

사용할 공식

Δ-Y 변환식은 다음과 같다.

$$R_a = \frac{R_{ab}R_{ac}}{R_{ab}+R_{ac}+R_{bc}}, \quad R_b = \frac{R_{ab}R_{bc}}{R_{ab}+R_{ac}+R_{bc}}, \quad R_c = \frac{R_{ac}R_{bc}}{R_{ab}+R_{ac}+R_{bc}}$$

이 공식을 쓰는 이유는 Δ 부하를 등가 Y 부하로 바꾸면 각 선의 전체 저항을 직접 비교할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. Δ 저항의 합은 $40 + 40 + 120 = 200\Omega$이다.
2. a상 쪽 등가 저항은 $R_a = (40 \times 40)/200 = 8\Omega$이다.
3. b상과 c상 쪽 등가 저항은 각각 $R_b = R_c = (40 \times 120)/200 = 24\Omega$이다.
4. a선에는 외부 저항 R이 직렬로 있으므로 a상의 전체 저항은 $R + 8\Omega$이다.
5. 세 선전류의 크기가 같아지는 조건은 $R + 8 = 24$이므로 $R = 16\Omega$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $R = 12\Omega$이면 a상의 전체 저항은 20Ω로, b상과 c상의 24Ω와 같지 않다. 틀린 값 12Ω는 16Ω로 고쳐야 한다.
② O — $R = 16\Omega$이면 a상의 전체 저항도 $16 + 8 = 24\Omega$가 되어 세 상의 등가 저항이 모두 같고 선전류의 크기도 같아진다.
③ X — $R = 20\Omega$이면 a상의 전체 저항은 28Ω가 되어 전류 크기가 같지 않다. 틀린 값 20Ω는 16Ω로 고쳐야 한다.
④ X — $R = 24\Omega$이면 a상의 전체 저항은 32Ω가 되어 전류 크기가 같지 않다. 틀린 값 24Ω는 16Ω로 고쳐야 한다.
⑤ X — $R = 28\Omega$이면 a상의 전체 저항은 36Ω가 되어 전류 크기가 같지 않다. 틀린 값 28Ω는 16Ω로 고쳐야 한다.
계산 결과 $R = 16\Omega$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

두 개의 40Ω 저항만 보고 부하가 평형이라고 판단하면 안 된다. 120Ω 저항까지 포함하여 Δ-Y 변환을 해야 하며, a상에서는 변환된 8Ω에 외부 저항 R이 직렬로 더해진다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

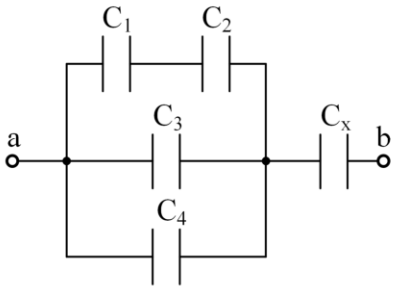
불평형 Δ 부하의 선전류를 같게 만드는 문제는 먼저 Δ를 Y로 변환하고, 선로에 직렬로 연결된 저항까지 합한 각 상의 전체 임피던스를 같게 두어 판단한다.

암기 포인트

Δ-Y 변환에서 한 꼭짓점의 저항은 그 꼭짓점에 접한 두 Δ 저항의 곱을 세 Δ 저항의 합으로 나눈 값이다.

NoteBase

16. 다음 그림과 같이 $C_1 = C_2 = 2\,[\mu\mathrm{F}]$, $C_3 = C_4 = 1\,[\mu\mathrm{F}]$의 콘덴서가 연결되어 있고 ab사이의 합성 정전 용량이 $2\,[\mu\mathrm{F}]$일 때 C_X의 정전 용량$[\mu\mathrm{F}]$은?



① 1
② 3.6
③ 4.5
④ 6
⑤ 7.2

정답 4번

출제 포인트

직렬·병렬로 연결된 콘덴서의 합성 정전 용량을 단계적으로 구한 뒤, 전체 합성 정전 용량 조건으로 미지의 정전 용량 C_X를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $C_1 = C_2 = 2\mu F$, $C_3 = C_4 = 1\mu F$이다.
구해야 할 값: C_X이다.
주의할 조건: C_1과 C_2는 직렬이고, 그 직렬 합성 부분은 C_3, C_4와 병렬이다. 이렇게 얻은 왼쪽 합성 용량과 C_X는 직렬이며, 단자 a, b 사이의 전체 합성 용량은 $2\mu F$이다.

사용할 공식

직렬 연결은 $C_s = \frac{C_a C_b}{C_a + C_b}$, 병렬 연결은 $C_p = C_a + C_b + \cdots$를 사용한다.
왼쪽 회로의 합성 용량을 C_L이라 하면 전체 회로는 C_L과 C_X의 직렬 연결이므로 $C_{ab} = \frac{C_L C_X}{C_L + C_X}$이다.

NoteBase

계산 과정

1. C_1과 C_2의 직렬 합성 용량은 $C_{12} = \frac{2 \times 2}{2+2} = 1\mu F$이다.
2. 이 부분은 C_3, C_4와 병렬이므로 $C_L = C_{12} + C_3 + C_4 = 1 + 1 + 1 = 3\mu F$이다.
3. C_L과 C_X의 직렬 합성 용량이 $2\mu F$이므로 $2 = \frac{3C_X}{3+C_X}$
4. $2(3 + C_X) = 3C_X$에서 $6 + 2C_X = 3C_X$이므로 $C_X = 6\mu F$이다.

선지 판단

① X — $C_X = 1\mu F$이면 전체 합성 용량은 $\frac{3 \times 1}{3+1} = 0.75\mu F$이다. 따라서 $1\mu F$가 아니라 $6\mu F$이어야 한다.
② X — $C_X = 3.6\mu F$이면 전체 합성 용량은 $\frac{3 \times 3.6}{3+3.6} = \frac{18}{11}\mu F$로 $2\mu F$가 아니다. 따라서 $3.6\mu F$가 아니라 $6\mu F$이어야 한다.
③ X — $C_X = 4.5\mu F$이면 전체 합성 용량은 $\frac{3 \times 4.5}{3+4.5} = 1.8\mu F$이다. 따라서 $4.5\mu F$가 아니라 $6\mu F$이어야 한다.
④ O — $C_X = 6\mu F$이면 전체 합성 용량은 $\frac{3 \times 6}{3+6} = 2\mu F$가 되어 문제의 조건과 일치한다.
⑤ X — $C_X = 7.2\mu F$이면 전체 합성 용량은 $\frac{3 \times 7.2}{3+7.2} = \frac{36}{17}\mu F$로 $2\mu F$가 아니다. 따라서 $7.2\mu F$가 아니라 $6\mu F$이어야 한다.

오답 포인트

그림에 있는 C_1부터 C_4까지를 모두 병렬로 더하면 안 된다. 위쪽 가지의 C_1, C_2를 먼저 직렬 합성한 뒤, 그 결과만 C_3, C_4와 병렬 합성해야 한다. 또한 C_X는 왼쪽 회로 전체와 직렬이므로 마지막 단계에서 다시 직렬 공식을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

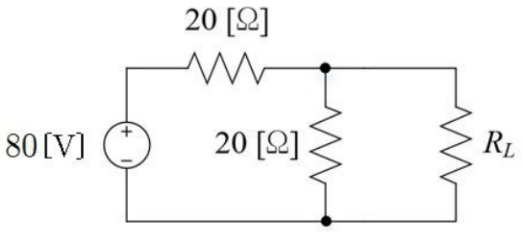
회로의 두 소자가 양 끝의 같은 두 노드에 연결되면 병렬이고, 한 갈래에서 중간 분기 없이 차례로 연결되면 직렬이다. 안쪽의 직렬 부분부터 합성하고, 같은 두 노드 사이의 병렬 부분을 합친 뒤, 마지막으로 외부 직렬 소자를 합성한다.

암기 포인트

콘덴서는 병렬이면 그대로 더하고, 직렬이면 역수의 합으로 계산한다. 이 회로는 '위쪽 직렬 → 세 갈래 병렬 → C_X와 직렬'의 순서이다.

NoteBase

17. 다음 회로에서 최대 전력전송을 위한 부하 저항값 $R_L[\Omega]$ 및 이때 부하 저항에서 소모되는 최대 전력 P_{max}[W]는?



	$R_L[\Omega]$	P_{max}[W]
①	10	20
②	10	40
③	15	20
④	20	20
⑤	20	40

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 부하 단자에서 본 테브난 등가회로를 구하고, 최대전력전달 조건 $R_L = R_{th}$를 적용하여 부하 저항과 최대 전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압원 $80V$, 직렬 저항 20Ω, 부하와 병렬인 저항 20Ω이다.
구해야 할 값: 최대 전력전달 시의 R_L과 P_{max}이다.
주의할 조건: 전압원을 제거할 때 이상적인 전압원은 단락하며, 이때 두 20Ω 저항은 부하 단자에서 병렬로 보인다.

사용할 공식

$V_{th} = V_s \frac{R_2}{R_1 + R_2}$
$R_{th} = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
$R_L = R_{th}, \quad P_{max} = \frac{V_{th}^2}{4R_{th}}$
부하를 제외한 회로를 테브난 전압원과 직렬 저항으로 바꾸면 최대전력전달 조건을 직접 적용할 수 있으므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 부하를 개방하면 두 20Ω 저항이 전압분배 회로를 이루므로 $V_{\text{th}} = 80 \times \frac{20}{20+20} = 40V$이다.
2. 독립 전압원을 단락하면 부하 단자에서 두 저항이 병렬이므로 $R_{\text{th}} = 20 \parallel 20 = \frac{20 \times 20}{20+20} = 10\Omega$이다.
3. 최대전력전달 조건에 따라 $R_L = 10\Omega$이다.
4. 최대 전력은 $P_{\max} = \frac{40^2}{4 \times 10} = 40W$이다.

선지 판단

① X — $R_L = 10\Omega$는 맞지만 $P_{\max} = 20W$가 틀리다. 올바르게는 $P_{\max} = 40W$이다.
② O — $R_L = R_{\text{th}} = 10\Omega$이고 $P_{\max} = 40W$이므로 계산 결과와 모두 일치한다.
③ X — $R_L = 15\Omega$, $P_{\max} = 20W$가 모두 틀리다. 최대 전력 조건의 올바른 조합은 $R_L = 10\Omega$, $P_{\max} = 40W$이다. 참고로 $R_L = 15\Omega$일 때의 부하 전력은 $P_L = \frac{40^2 \times 15}{(10+15)^2} = 38.4W$로 최대값도 $20W$도 아니다.
④ X — $R_L = 20\Omega$, $P_{\max} = 20W$가 모두 틀리다. 올바르게는 $R_L = 10\Omega$, $P_{\max} = 40W$이며, $R_L = 20\Omega$일 때 실제 부하 전력은 $P_L = \frac{40^2 \times 20}{(10+20)^2} = \frac{320}{9}W$이다.
⑤ X — $P_{\max} = 40W$는 맞지만 $R_L = 20\Omega$가 틀리다. 올바르게는 최대 전력전달 조건을 만족하는 $R_L = 10\Omega$이다.

오답 포인트

부하와 병렬로 그려진 20Ω만 보고 $R_L = 20\Omega$로 고르면 안 된다. 테브난 저항을 구할 때 전압원을 단락해야 하므로 두 20Ω가 병렬이 되어 $R_{\text{th}} = 10\Omega$이다. 또한 최대 전력을 $V_{\text{th}}^2/R_{\text{th}}$로 계산하면 안 되고 분모에 4가 있는 $V_{\text{th}}^2/(4R_{\text{th}})$를 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

최대전력전달 문제는 부하를 떼어 V_{th}를 구하고, 독립 전원을 제거해 R_{th}를 구한 뒤, $R_L = R_{\text{th}}$와 $P_{\max} = V_{\text{th}}^2/(4R_{\text{th}})$를 차례로 적용한다.

암기 포인트

최대 전력은 부하 저항과 테브난 저항이 같을 때 발생하며, 그 값은 $P_{\max} = V_{\text{th}}^2/(4R_{\text{th}})$이다.

NoteBase

18. 다음 정현파 전류를 복소수로 표현한 것 중에 옳은 것은?

$$i(t) = 10\sqrt{2}\cos(\omega t + \frac{\pi}{3})$$

① $5\sqrt{2} + j5\sqrt{6}$
② $5\sqrt{3} + j5\sqrt{6}$
③ $5\sqrt{5} + j5$
④ $5\sqrt{6} + j5\sqrt{2}$
⑤ $10 + j10\sqrt{2}$

정답 1번

출제 포인트

정현파의 크기와 위상각을 극형식 복소수로 나타낸 뒤 직교형식 $a + jb$로 변환하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전류는 $i(t) = 10\sqrt{2}\cos(\omega t + \pi/3)$이다. 이 문항에서는 코사인 앞의 최대값 $10\sqrt{2}$를 복소수의 크기로 사용하며, 위상각은 $+\pi/3$이다. 구해야 하는 값은 실수부와 허수부로 나타낸 직교형식이다.

사용할 공식

$I = I_m \angle\theta = I_m(\cos\theta + j\sin\theta)$
극형식의 크기와 위상각을 직교형식의 실수부와 허수부로 바꾸기 위해 사용하는 공식이다.

계산 과정

$I = 10\sqrt{2}\angle\frac{\pi}{3}$
$= 10\sqrt{2}\left(\cos\frac{\pi}{3} + j\sin\frac{\pi}{3}\right)$
$= 10\sqrt{2}\left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 5\sqrt{2} + j5\sqrt{6}$
따라서 실수부는 $5\sqrt{2}$, 허수부는 $5\sqrt{6}$이다.

선지 판단

① O — $5\sqrt{2} + j5\sqrt{6}$은 계산된 실수부와 허수부가 모두 일치한다.
② X — $5\sqrt{3} + j5\sqrt{6}$은 실수부를 잘못 계산한 값이다. 올바르게는 $5\sqrt{2} + j5\sqrt{6}$이다.
③ X — $5\sqrt{5} + j5$는 크기와 위상각이 모두 주어진 정현파와 일치하지 않는다. 올바르게는 $5\sqrt{2} + j5\sqrt{6}$이다.
④ X — $5\sqrt{6} + j5\sqrt{2}$는 크기는 $10\sqrt{2}$이지만 실수부와 허수부가 뒤바뀌어 위상각이 $\pi/6$이 된다. 올바르게는 위상각 $\pi/3$에 해당하는 $5\sqrt{2} + j5\sqrt{6}$이다.
⑤ X — $10 + j10\sqrt{2}$의 크기는 $10\sqrt{3}$이므로 주어진 크기 $10\sqrt{2}$와 다르다. 올바르게는 $5\sqrt{2} + j5\sqrt{6}$이다.

NoteBase

오답 포인트

위상각 $\pi/3$에서 $\cos(\pi/3) = 1/2$, $\sin(\pi/3) = \sqrt{3}/2$이다. 두 값을 바꾸어 적용하면 ④처럼 위상각이 $\pi/6$인 복소수가 된다. 또한 이 문항은 코사인 앞의 $10\sqrt{2}$를 복소수의 크기로 사용하므로 이를 임의로 실효값 10으로 바꾸지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

$A\cos(\omega t + \theta)$를 복소수로 바꿀 때 먼저 크기 A와 위상각 θ를 읽고, 실수부 $A\cos\theta$와 허수부 $A\sin\theta$를 차례로 계산한다. 마지막에는 $\sqrt{a^2 + b^2} = A$와 $\tan\theta = b/a$로 크기와 위상을 검산한다.

암기 포인트

$A\angle\theta = A\cos\theta + jA\sin\theta$이며, 실수부는 코사인, 허수부는 사인이다.

19. 전달함수가 $G(s)=\dfrac{1}{s^2+3s+2}$ 인 시스템의 단위임펄스 응답은? (단, $u(t)$는 단위계단함수이다)

① $(e^{-t}-e^{-2t})u(t)$
② $(e^{-t}+e^{-2t})u(t)$
③ $(1+e^{-t}+2e^{-2t})u(t)$
④ $(1-2e^{-t}+e^{-2t})u(t)$
⑤ $(1+2e^{-t}+2e^{-2t})u(t)$

정답 1번

출제 포인트

전달함수의 단위임펄스 응답은 전달함수 $G(s)$를 부분분수 전개한 뒤 역라플라스 변환하여 구한다.

조건 정리

주어진 전달함수: $G(s)=\frac{1}{s^2+3s+2}$
입력: 단위임펄스 $\delta(t)$, 즉 $X(s)=1$
구해야 할 값: 단위임펄스 응답 $h(t)$
주의할 조건: 단위계단 응답이 아니므로 $G(s)$를 s로 나누지 않는다.

사용할 공식

$H(s)=G(s)X(s)=G(s)$
$\mathcal{L}^{-1}\{\frac{1}{s+a}\}=e^{-at}u(t)$
단위임펄스의 라플라스 변환이 1이므로 출력의 라플라스 변환은 전달함수 자체와 같다.

계산 과정

분모를 인수분해하면 다음과 같다.
$s^2+3s+2=(s+1)(s+2)$
부분분수 전개를 하면 다음과 같다.
$G(s)=\frac{1}{(s+1)(s+2)}=\frac{1}{s+1}-\frac{1}{s+2}$
각 항을 역라플라스 변환하면 다음과 같다.
$h(t)=(e^{-t}-e^{-2t})u(t)$

NoteBase

선지 판단

① O — $\frac{1}{s+1} - \frac{1}{s+2} = G(s)$이므로 역라플라스 변환은 $(e^{-t} - e^{-2t})u(t)$이다.
② X — 두 지수항을 더하면 라플라스 변환이 $\frac{1}{s+1} + \frac{1}{s+2} = \frac{2s+3}{(s+1)(s+2)}$가 되어 $G(s)$와 다르다. '$+e^{-2t}$'가 틀렸으며, 올바르게는 '$-e^{-2t}$'이다.
③ X — 상수항 1 때문에 응답이 $t \to \infty$에서 0으로 수렴하지 않고 1로 남으며, 그 라플라스 변환도 $G(s)$가 아니다. 올바른 임펄스 응답은 $(e^{-t} - e^{-2t})u(t)$이다.
④ X — $(1 - 2e^{-t} + e^{-2t})u(t)$는 실제 단위계단 응답 $\frac{1}{2}(1 - 2e^{-t} + e^{-2t})u(t)$의 2배이고, 단위임펄스 응답이 아니다. 올바르게는 상수항 없이 $(e^{-t} - e^{-2t})u(t)$이다.
⑤ X — 상수항 1과 두 양의 지수항을 포함하므로 라플라스 변환이 $\frac{1}{s} + \frac{2}{s+1} + \frac{2}{s+2}$가 되어 $G(s)$와 다르다. 올바른 계수와 부호는 e^{-t}의 계수 1, e^{-2t}의 계수 -1이며 상수항은 없다.
따라서 계산 결과와 일치하는 것은 ①이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 단위임펄스 응답과 단위계단 응답을 혼동하는 것이다. 임펄스 입력은 $X(s) = 1$이므로 $H(s) = G(s)$이고, 계단 입력일 때만 $X(s) = 1/s$를 곱한다. 또한 부분분수의 두 번째 항에 붙는 음의 부호를 놓치면 ②를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

입력의 라플라스 변환을 먼저 확인한다. 단위임펄스이면 $X(s) = 1$로 두고 $G(s)$를 바로 역라플라스 변환하며, 단위계단이면 $X(s) = 1/s$를 곱한 뒤 역라플라스 변환한다. 부분분수 전개 후에는 다시 통분하여 원래 전달함수와 같은지 검산한다.

암기 포인트

임펄스 응답은 $\mathcal{L}^{-1}\{G(s)\}$, 계단 응답은 $\mathcal{L}^{-1}\{G(s)/s\}$이다.

NoteBase

20. 저항 R[Ω] 3개를 Y로 접속한 회로에 선전압 200[V]의 3상 교류전원을 인가할 때 선전류가 10[A]라면 이 3개의 저항을 △로 접속하고 동일한 3상 교류 전원을 인가하면 선전류[A]는?

① 10
② $10\sqrt{3}$
③ 30
④ $30\sqrt{3}$
⑤ 50

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 평형 3상 저항회로에서 Y결선과 Δ결선의 선간전압·상전압 및 선전류·상전류 관계를 이용해 결선 변경 후의 선전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 선간전압은 $V_L = 200V$, Y결선의 선전류는 $I_{L,Y} = 10A$이다.
구해야 할 값: 같은 저항 3개를 Δ결선하고 동일한 선간전압을 인가했을 때의 선전류 $I_{L,\Delta}$이다.
주의할 조건: Y결선에서는 $V_{ph} = V_L/\sqrt{3}$, $I_L = I_{ph}$이고, Δ결선에서는 $V_{ph} = V_L$, $I_L = \sqrt{3}I_{ph}$이다.

사용할 공식

Y결선: $I_{L,Y} = V_L/(\sqrt{3}R)$
Δ결선: $I_{L,\Delta} = \sqrt{3}V_L/R$

동일한 선간전압과 동일한 저항 R을 사용하므로 두 식을 비교하면 $I_{L,\Delta}/I_{L,Y} = 3$이 된다.

계산 과정

1. Y결선에서 저항 한 개의 값은
$R = \frac{V_L/\sqrt{3}}{I_{L,Y}} = \frac{200/\sqrt{3}}{10} = \frac{20}{\sqrt{3}}\Omega$
이다.
2. Δ결선에서는 저항 한 개에 선간전압이 그대로 걸리므로 상전류는
$I_{ph,\Delta} = \frac{V_L}{R} = \frac{200}{20/\sqrt{3}} = 10\sqrt{3}A$
이다.
3. Δ결선의 선전류는 상전류의 $\sqrt{3}$배이므로
$I_{L,\Delta} = \sqrt{3}I_{ph,\Delta} = \sqrt{3} \times 10\sqrt{3} = 30A$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $10A$는 Y결선에서 주어진 선전류이다. Δ결선으로 바꾸면 선전류는 3배가 되므로 올바른 값은 $30A$이다.
② X — $10\sqrt{3}A$는 Δ결선의 상전류이다. 선전류는 여기에 다시 $\sqrt{3}$을 곱해야 하므로 올바른 값은 $30A$이다.
③ O — Δ결선의 선전류는 $\sqrt{3} \times 10\sqrt{3} = 30A$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $30\sqrt{3}A$는 Δ결선의 선전류를 구한 뒤 $\sqrt{3}$을 한 번 더 잘못 곱한 값이다. 올바른 값은 $30A$이다.
⑤ X — $50A$는 Y·Δ 결선의 전압과 전류 관계로 얻을 수 없는 값이다. 같은 선간전압에서 Y결선을 Δ결선으로 바꾸면 선전류는 정확히 3배이므로 올바른 값은 $30A$이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 Δ결선에서 계산한 $10\sqrt{3}A$를 곧바로 선전류로 보는 것이다. 이 값은 저항 한 개에 흐르는 상전류이며, Δ결선의 선전류는 상전류의 $\sqrt{3}$배이다. 반대로 $30A$에 다시 $\sqrt{3}$을 곱하면 ④처럼 과대 계산된다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형 3상 저항부하에서 같은 선간전압과 같은 저항을 유지한 채 Y결선을 Δ결선으로 바꾸면, 먼저 각 결선의 상전압을 구하고 다음에 상전류를 계산한 뒤 선전류 관계를 적용한다. 이를 비율로 정리하면 $I_{L,\Delta} = 3I_{L,Y}$이다.

암기 포인트

같은 V_L, 같은 R에서 Y → Δ이면 선전류는 3배, Δ → Y이면 선전류는 1/3배이다.

NoteBase