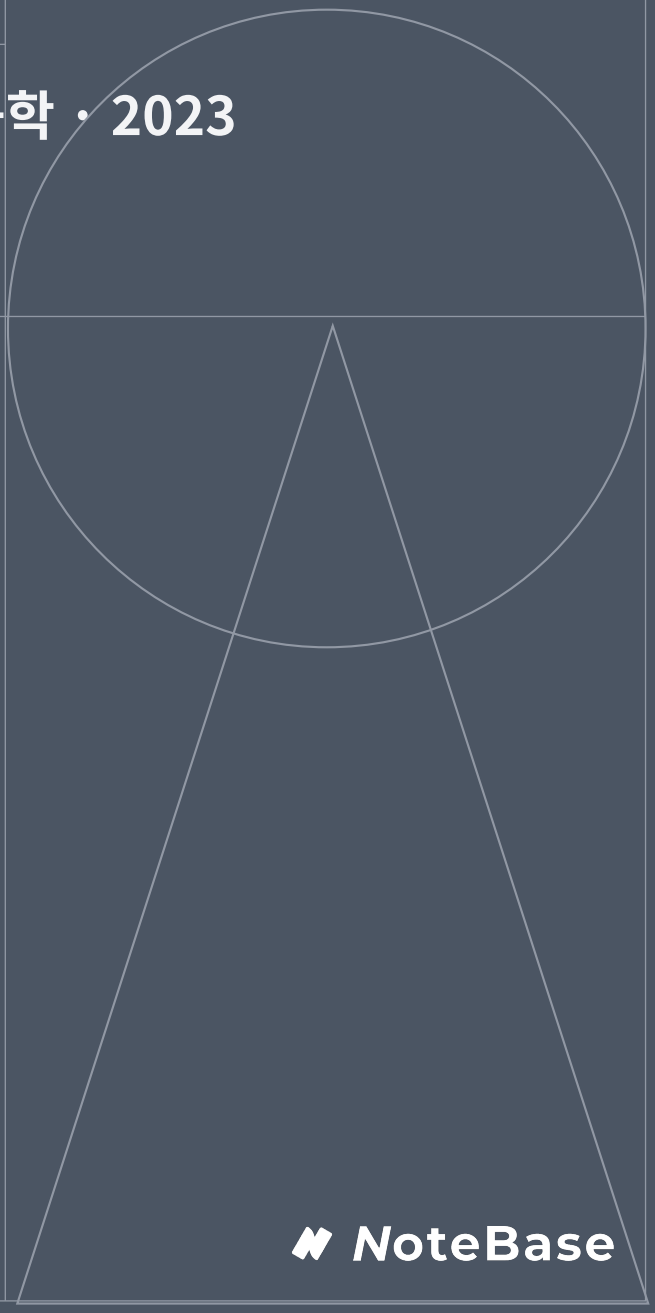
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기공학 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기공학 · 2023

공무원/군무원/9급 · 전기공학 · 2023

1. 전원에 의해 공급되는 평균전력이 10[W], 무효전력이 2[Var]일 때 회로의 피상전력과 역률을 바르게 짝지은 것은?

① $\sqrt{96}$, $\frac{\sqrt{96}}{10}$ ② $\sqrt{96}$, $\frac{2}{10}$

③ $\sqrt{104}$, $\frac{10}{\sqrt{104}}$ ④ $\sqrt{104}$, $\frac{2}{10}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유효전력과 무효전력으로 피상전력을 구한 뒤, 유효전력을 피상전력으로 나누어 역률을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 평균전력인 유효전력은 $P = 10W$, 무효전력은 $Q = 2Var$이다.
구해야 할 값: 피상전력 S와 역률 PF이다.
주의할 조건: 피상전력은 유효전력과 무효전력을 단순히 더하거나 빼는 값이 아니라 전력 삼각형의 크기이다.

사용할 공식

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
$PF = \frac{P}{S}$
유효전력과 무효전력은 전력 삼각형에서 서로 직교하는 성분이므로 피상전력에는 피타고라스 관계를 적용한다.
역률은 피상전력 중 실제로 소비되는 유효전력의 비율이다.

계산 과정

1. 피상전력은 다음과 같다.
$S = \sqrt{10^2 + 2^2} = \sqrt{104}\,VA$
2. 역률은 다음과 같다.
$PF = \frac{P}{S} = \frac{10}{\sqrt{104}}$
따라서 피상전력과 역률의 짝은 $\sqrt{104}\,VA$, $10/\sqrt{104}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 피상전력을 $\sqrt{P^2 - Q^2} = \sqrt{96}$처럼 계산하였고, 역률의 분자와 분모도 거꾸로 두었다. 올바르게는 피상전력 $\sqrt{104}\,VA$, 역률 $10/\sqrt{104}$이다.
② X — $\sqrt{96}$은 무효전력의 제곱을 뺀 잘못된 값이고, 2/10은 무효전력과 유효전력의 비 Q/P이지 역률이 아니다. 올바르게는 피상전력 $\sqrt{104}\,VA$, 역률 $10/\sqrt{104}$이다.
③ O — $S = \sqrt{10^2 + 2^2} = \sqrt{104}\,VA$이고 $PF = P/S = 10/\sqrt{104}$이므로 두 값이 모두 맞다.
④ X — 피상전력 $\sqrt{104}\,VA$는 맞지만, 2/10은 Q/P이므로 역률이 아니다. 역률을 올바르게 고치면 $10/\sqrt{104}$이다.

오답 포인트

전력 삼각형에서 피상전력은 $P^2 - Q^2$가 아니라 $P^2 + Q^2$의 제곱근이다. 또한 역률은 Q/P가 아니라 P/S이며, 비율이므로 단위가 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

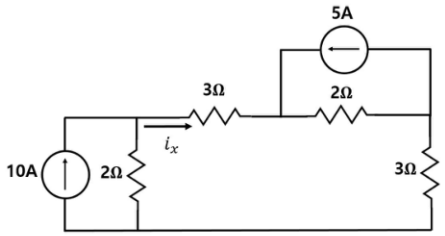
유효전력 P와 무효전력 Q가 주어지면 먼저 $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$를 구하고, 이어서 $PF = P/S$를 계산한 뒤 역률이 0과 1 사이인지 검산한다.

암기 포인트

전력 삼각형은 $S^2 = P^2 + Q^2$, 역률은 $PF = P/S$이다.

NoteBase

2. 다음 회로에서 전류 i_x를 구하시오.



① 1[A] ② -1[A]
③ 3[A] ④ -3[A]

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 전류원의 방향을 반영하여 절점전압 방정식을 세우고, 왼쪽 3Ω 저항에 표시된 기준 방향의 전류 i_x를 구하는 문제이다.

조건 정리

아래쪽 도선을 기준 절점으로 두고, 왼쪽·가운데·오른쪽 위 절점전압을 각각 V_A, V_B, V_C라 한다. 10A 전류원은 기준 절점에서 A 절점으로 전류를 공급하고, 5A 전류원은 C 절점에서 B 절점으로 전류를 공급한다. 구하려는 전류의 기준 방향은 A에서 B로 향하므로 $i_x = (V_A - V_B)/(3\Omega)$이다.

사용할 공식

각 절점에서 키르히호프의 전류 법칙을 적용한다.

$$\frac{V_A}{2} + \frac{V_A - V_B}{3} = 10$$
$$\frac{V_B - V_A}{3} + \frac{V_B - V_C}{2} = 5$$
$$\frac{V_C}{3} + \frac{V_C - V_B}{2} = -5$$

절점에 들어오는 전류와 저항을 통해 나가는 전류의 합을 같게 두면 각 절점전압을 구할 수 있으므로 이 방정식을 사용한다.

계산 과정

분모를 없애면 다음 연립방정식이 된다.

$$5V_A - 2V_B = 60, \quad -2V_A + 5V_B - 3V_C = 30, \quad -3V_B + 5V_C = -30$$

이를 풀면 $V_A = 18V$, $V_B = 15V$, $V_C = 3V$이다. 따라서

$$i_x = \frac{V_A - V_B}{3\Omega} = \frac{18 - 15}{3} = 1A$$

이다. 양수이므로 실제 전류 방향도 그림에 표시된 화살표 방향과 같다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산한 i_x가 $1A$이므로 옳다.
② X — $-1A$가 아니라 $1A$이다. 이 값은 i_x의 기준 방향을 반대로 적용하여 $(V_B - V_A)/(3\Omega)$로 계산할 때 나온다.
③ X — $3A$가 아니라 $1A$이다. $V_A - V_B = 3V$는 저항 양단의 전압차이며, 이를 전류로 착각하면 안 된다. 전류는 이 전압차를 3Ω로 나누어야 한다.
④ X — $-3A$가 아니라 $1A$이다. 전압차 $3V$를 전류로 오인하면서 방향까지 반대로 잡은 값이다.

오답 포인트

$5A$ 전류원의 화살표는 오른쪽 C 절점에서 가운데 B 절점으로 향한다. 이 방향을 반대로 처리하거나, i_x의 기준 방향인 $A \rightarrow B$를 바꾸면 부호가 틀어진다. 또한 저항 양단 전압차 $3V$와 전류 $1A$를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 기준 절점과 각 절점전압을 정하고, 전류원 화살표가 해당 절점으로 들어오는지 나가는지를 표시한다. 그다음 절점별 전류 방정식을 풀고, 마지막에 문제에서 정한 전류 화살표의 시작 전압에서 도착 전압을 뺀 뒤 저항으로 나눈다.

암기 포인트

저항 전류는 '화살표 시작 절점 전압 - 도착 절점 전압'을 저항으로 나눈 값이다. $i_x = (V_A - V_B)/(3\Omega)$에서 양수이면 표시 방향, 음수이면 반대 방향이다.

NoteBase

3. x축의 양의 방향으로 자기장이 작용하고 있는 공간 내에서 길이 ℓ인 도선에 전류가 y축의 음의 방향으로 흐를 때 이 도선이 받는 힘의 방향은?
① x축의 음의 방향
② y축의 양의 방향
③ z축의 음의 방향
④ z축의 양의 방향

정답 4번

출제 포인트

자기장 속 전류가 흐르는 도선에 작용하는 힘의 방향을 벡터 외적 또는 플레밍의 왼손 법칙으로 판단하는 문제이다.

핵심 개념

전류가 흐르는 직선 도선이 자기장에서 받는 힘의 방향은 $\mathbf{F} = I\boldsymbol{\ell} \times \mathbf{B}$로 정한다. 여기서 $\boldsymbol{\ell}$은 전류 방향, $\mathbf{B}$는 자기장 방향이다. 이 문제에서는 전류가 $-y$축 방향이고 자기장이 $+x$축 방향이므로 $(-\mathbf{y}) \times (+\mathbf{x}) = +\mathbf{z}$가 되어 힘은 $+z$축 방향이다. 도선의 길이 ℓ은 힘의 크기에 영향을 주지만 방향에는 영향을 주지 않는다.

선지별 해설

① X — $-x$축 방향은 전류와 자기장으로 정해지는 외적의 방향이 아니다. 틀린 표현 'x축의 음의 방향'은 'z축의 양의 방향'으로 고쳐야 한다.
② X — $+y$축 방향은 전류가 흐르는 방향이며, 도선이 받는 힘의 방향이 아니다. 틀린 표현 'y축의 양의 방향'은 'z축의 양의 방향'으로 고쳐야 한다.
③ X — $(-\mathbf{y}) \times (+\mathbf{x})$의 결과는 $-z$가 아니라 $+z$이다. 틀린 표현 'z축의 음의 방향'은 'z축의 양의 방향'으로 고쳐야 한다.
④ O — 전류 방향 $-y$에서 자기장 방향 $+x$로 오른손을 감을 때 엄지손가락이 $+z$를 가리키므로 도선이 받는 힘은 z축의 양의 방향이다.

오답 포인트

외적의 순서를 바꾸어 $\mathbf{B} \times I\boldsymbol{\ell}$로 생각하면 방향이 반대가 되어 ③을 고르기 쉽다. 힘의 방향은 반드시 '전류 방향 × 자기장 방향'의 순서로 정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전류 방향을 첫 번째 벡터, 자기장 방향을 두 번째 벡터로 놓고 $I\boldsymbol{\ell} \times \mathbf{B}$를 계산한다. 기본 관계 $\mathbf{x} \times \mathbf{y} = \mathbf{z}$, $\mathbf{y} \times \mathbf{x} = -\mathbf{z}$를 적용한 뒤 각 벡터의 음의 부호를 반영한다.

NoteBase

암기 포인트

도선의 힘 방향은 ‘전류 × 자기장’이며, 외적의 순서를 바꾸면 부호가 반대가 된다.

NoteBase

4. 인덕턴스와 커패시턴스의 단위를 바르게 짝지어 놓은 것은?

① Wb/A, C/V ② T/A, C/V
③ Wb/A, J/V ④ T/A, J/V

정답 1번

출제 포인트

인덕턴스와 커패시턴스의 정의식에서 각각의 단위를 유도하여 바르게 짝지은 선지를 찾는 문제이다.

조건 정리

구해야 할 것은 인덕턴스와 커패시턴스의 단위이다. 인덕턴스는 자속 쇄교량을 전류로 나눈 양이고, 커패시턴스는 전하량을 전압으로 나눈 양이다.

사용할 공식

인덕턴스: $L = \frac{N\Phi}{I}$, 따라서 $[L]$ = Wb/A = H이다.
커패시턴스: $C = \frac{Q}{V}$, 따라서 $[C]$ = C/V = F이다.
이 식들은 각 물리량의 정의식이므로 단위를 직접 판정할 수 있다. 여기서 자속의 단위는 Wb, 전하량의 단위는 C이다.

계산 과정

1. $L = N\Phi/I$에서 권수 N은 무차원이므로 인덕턴스의 단위는 Wb/A이다.
2. $C = Q/V$에서 커패시턴스의 단위는 C/V이다.
3. 두 단위가 함께 제시된 선지는 ①이다.

선지 판단

① O — Wb/A는 인덕턴스의 단위이고 C/V는 커패시턴스의 단위이므로 둘 다 옳다.
② X — 인덕턴스의 단위를 T/A로 쓴 부분이 틀렸다. T는 자속 밀도의 단위이므로, 올바르게는 Wb/A이다. 커패시턴스의 C/V는 옳다.
③ X — 커패시턴스의 단위를 J/V로 쓴 부분이 틀렸다. 1J = 1C · V이므로 J/V = C가 되어 전하량의 단위일 뿐이다. 올바르게는 C/V이다. 인덕턴스의 Wb/A는 옳다.
④ X — 두 단위가 모두 틀렸다. T/A는 Wb/A로, J/V는 C/V로 고쳐야 한다.

오답 포인트

②와 ④는 자속 밀도의 단위 T를 자속의 단위 Wb와 혼동하게 만든다. ③과 ④의 J/V는 전하량의 단위 C와 같을 뿐 커패시턴스의 단위가 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

단위 조합 문제에서는 물리량의 정의식을 먼저 쓰고 분자와 분모의 단위를 그대로 대입한다. 인덕턴스는 자속 쇄교량/전류, 커패시턴스는 전하량/전압으로 판단한다.

암기 포인트

H = Wb/A, F = C/V이다.

NoteBase

5. 패러데이의 법칙을 설명하고 있는 맥스웰 방정식의 미분형은?

① $\nabla \times \overrightarrow{H} = \overrightarrow{J}$

② $\nabla \times \overrightarrow{E} = -\frac{\partial \overrightarrow{B}}{\partial t}$

③ $\nabla \cdot \overrightarrow{B} = 0$

④ $\nabla \cdot \overrightarrow{D} = \rho$

정답 2번

출제 포인트

패러데이의 전자기 유도 법칙을 나타내는 맥스웰 방정식의 미분형을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

패러데이 법칙의 미분형은 $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$이다. 시간에 따라 변하는 자속밀도 $\vec{B}$가 회전하는 전기장 $\vec{E}$을 만들며, 음의 부호는 유도 전기장의 방향이 자기선속의 변화를 방해한다는 렌츠의 법칙을 뜻한다.

선지별 해설

① X — $\nabla \times \vec{H} = \vec{J}$는 패러데이 법칙이 아니다. 또한 일반적인 맥스웰 방정식에서는 변위전류 항이 빠져 있다. 올바르게는 앙페르-맥스웰 법칙인 $\nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$이다.
② O — $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$는 패러데이 법칙의 미분형이다.
③ X — $\nabla \cdot \vec{B} = 0$은 패러데이 법칙이 아니라 자기에 대한 가우스 법칙이다. 패러데이 법칙으로 고치면 $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$이다.
④ X — $\nabla \cdot \vec{D} = \rho$는 패러데이 법칙이 아니라 전기에 대한 가우스 법칙이다. 패러데이 법칙으로 고치면 $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$이다.

오답 포인트

③과 ④도 올바른 맥스웰 방정식이므로 식의 진위만 보면 혼동하기 쉽다. 이 문항은 패러데이 법칙을 묻고 있으므로 발산 $\nabla \cdot$이 아니라 전기장의 회전 $\nabla \times \vec{E}$, 그리고 시간에 따른 자속밀도의 변화 $-\partial \vec{B}/\partial t$를 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

법칙 이름과 연산자를 먼저 연결한다. 패러데이는 $\vec{E}$의 회전과 $\vec{B}$의 시간 변화, 앙페르-맥스웰은 $\vec{H}$의 회전과 전류, 가우스 법칙은 장의 발산을 다룬다.

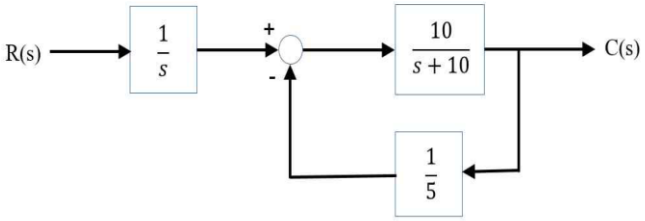
NoteBase

암기 포인트

패러데이는 '전기장 회전 = 자기장의 시간 변화의 음수', 즉 $\nabla \times \vec{E} = -\partial \vec{B}/\partial t$이다.

NoteBase

6. 다음 폐루프 시스템의 전달함수 $\frac{C(s)}{R(s)}$는?



① $\frac{2}{s(s+10)}$ ② $\frac{2}{s(s+12)}$

③ $\frac{10}{s(s+10)}$ ④ $\frac{10}{s(s+12)}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 음의 피드백 내부 루프의 폐루프 전달함수를 구한 뒤, 루프 밖에 직렬로 연결된 $1/s$를 곱하여 전체 전달함수를 구하는 문제이다.

조건 정리

루프 밖의 직렬 블록은 $G_0(s) = 1/s$이다.
음의 피드백 루프의 순방향 전달함수는 $G(s) = 10/(s + 10)$, 피드백 전달함수는 $H(s) = 1/5$이다.
구해야 할 값은 전체 전달함수 $C(s)/R(s)$이다.

사용할 공식

음의 피드백의 폐루프 전달함수는
$\frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)}$
이다. 따라서 루프 밖의 직렬 블록까지 포함한 전체 전달함수는
$\frac{C(s)}{R(s)} = G_0(s)\frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)}$
이다. 합산점의 피드백 입력에 음의 부호가 있으므로 분모에 $1 + G(s)H(s)$를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

먼저 루프 이득은
$G(s)H(s) = \frac{10}{s+10} \cdot \frac{1}{5} = \frac{2}{s+10}$
이다. 내부 폐루프 전달함수는
$\frac{G(s)}{1+G(s)H(s)} = \frac{\frac{10}{s+10}}{1+\frac{2}{s+10}} = \frac{10}{s+12}$
이다. 여기에 루프 밖의 $1/s$를 직렬로 곱하면
$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{1}{s} \cdot \frac{10}{s+12} = \frac{10}{s(s+12)}$
가 된다.

선지 판단

① X — $2/[s(s+10)]$은 피드백을 반영한 분모와 순방향 블록의 분자를 모두 잘못 처리한 식이다. 올바르게는 $10/[s(s+12)]$이다.
② X — $2/[s(s+12)]$에서 분모 $s(s+12)$는 맞지만, 루프 이득의 분자 2를 전체 전달함수의 분자로 사용한 것이 잘못이다. 분자는 순방향 블록에서 나온 10이므로 올바르게는 $10/[s(s+12)]$이다.
③ X — $10/[s(s+10)]$은 음의 피드백에 따른 분모 변화를 반영하지 않은 식이다. $G(s)H(s) = 2/(s+10)$이므로 내부 루프의 분모는 $s+12$가 되며, 올바르게는 $10/[s(s+12)]$이다.
④ O — 루프 밖의 $1/s$와 내부 폐루프 전달함수 $10/(s+12)$를 곱한 $10/[s(s+12)]$과 일치한다.

오답 포인트

피드백 블록의 1/5는 전체 시스템에 단순히 직렬로 곱하는 값이 아니다. 이는 $G(s)H(s)$를 구성하여 폐루프 분모를 $s+10$에서 $s+12$로 바꾼다. 반면 입력 쪽의 $1/s$는 피드백 루프 밖에 있으므로 내부 폐루프 전달함수를 구한 뒤 별도로 곱한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 피드백 루프의 경계를 확인하고, 음의 피드백 부분에 $G/(1+GH)$를 적용한 다음, 루프 밖의 직렬 블록을 곱하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

음의 피드백은 $G/(1+GH)$, 루프 밖 직렬 블록은 폐루프 전달함수에 따로 곱한다.

NoteBase

7. 송전전압을 고전압으로 승압할 경우 장단점에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
① 송전용량을 증가시킬 수 있음
② 동일 용량의 전력을 송전할 경우 송전선의 굵기를 감소시킬 수 있음
③ 전력손실을 감소시킬 수 있음
④ 전선의 무게 감소로 도체 가격과 건설비가 감소됨

정답 4번

출제 포인트

송전전압을 높였을 때 송전전류, 전선 굵기, 전력손실, 건설비가 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

같은 전력을 보낼 때 송전전압을 높이면 전류가 작아진다. 전류가 작아지면 필요한 전선 단면적과 선로손실이 감소하고, 같은 허용전류 조건에서는 더 큰 전력을 보낼 수 있다. 다만 고전압에 맞춘 절연, 애자, 철탑 및 안전거리 등이 필요하므로 송전설비 전체의 건설비가 단순히 감소한다고 볼 수 없다.

선지별 해설

① O — 송전전압을 높이면 같은 허용전류에서도 더 큰 전력을 보낼 수 있으므로 송전용량을 증가시킬 수 있다.

② O — 같은 전력을 송전할 때 전압을 높이면 전류가 감소하므로 필요한 전선의 단면적, 즉 굵기를 줄일 수 있다.

③ O — 전선의 저항이 같다면 선로손실은 전류의 제곱에 비례하므로, 승압으로 전류가 감소하면 전력손실도 감소한다.

④ X — 틀린 부분은 '전선의 무게 감소로 도체 가격과 건설비가 감소된다'는 표현이다. 전선 단면적과 중량이 줄어 도체 재료비는 감소할 수 있지만, 고전압 송전에는 더 높은 절연 수준과 애자·철탑·안전거리 등이 필요하므로 송전설비 전체의 건설비는 오히려 증가할 수 있다. 올바르게는 '전선 중량과 도체 재료비는 줄일 수 있으나 고전압 설비의 건설비까지 반드시 감소하는 것은 아니다'이다.

오답 포인트

④는 전선이 가벼워지는 효과를 송전설비 전체의 비용 감소로 확대한다. 도체 재료비와 고전압 절연·지지설비의 건설비를 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

같은 송전전력을 기준으로 전압이 올라가면 전류는 내려간다고 판단한다. 이어서 전선 굵기와 선로손실은 감소하지만, 절연 수준과 고전압 설비 비용은 증가한다는 흐름으로 선지를 검토한다.

암기 포인트

고전압 송전은 용량은 크게, 전류·전선 굵기·손실은 작게 하지만 절연과 설비비 부담은 크게 한다.

NoteBase

8. 송전선로에서 분로리액터를 설치하는 목적에 해당되는 것은?
① 선로에 진상전류 공급
② 콘덴서의 잔류전하 방지
③ 수전단 전압상승 억제
④ 선로의 전압강하 억제

정답 3번

출제 포인트

분로리액터가 송전선로의 충전용량으로 생기는 진상 무효전력을 흡수하여 경부하 때의 전압상승을 억제한다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

분로리액터: 송전선로에 병렬로 접속하는 유도성 기기로, 지상 무효전력을 소비하여 선로의 진상 무효전력을 보상한다.
송전선로의 충전용량은 특히 경부하·무부하에서 진상 충전전류를 흐르게 하여 수전단 전압을 상승시킬 수 있으며, 분로리액터는 이 전압상승을 억제한다.
분로리액터는 진상 무효전력을 흡수하고, 분로콘덴서는 진상 무효전력을 공급한다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '선로에 진상전류 공급'이다. 분로리액터는 유도성 지상전류를 흘려 선로의 진상 충전전류를 보상한다. 진상전류를 공급하는 설비는 분로콘덴서이다.
② X — 틀린 표현은 '콘덴서의 잔류전하 방지'이다. 콘덴서의 잔류전하는 방전저항이나 방전코일로 방전하며, 분로리액터의 설치 목적이 아니다.
③ O — 분로리액터는 송전선로의 충전용량에서 발생하는 진상 무효전력을 흡수하므로, 경부하·무부하 시 수전단 전압상승을 억제한다.
④ X — 틀린 표현은 '선로의 전압강하 억제'이다. 분로리액터는 전압강하를 억제하는 것이 아니라 선로의 충전효과에 따른 전압상승을 억제한다. 전압강하 보상에는 분로콘덴서나 직렬콘덴서 등이 사용된다.

오답 포인트

①의 '진상전류 공급'과 ④의 '전압강하 억제'는 분로콘덴서의 역할과 혼동하기 쉬운 표현이다. 분로리액터는 유도성 무효전력을 소비하므로 전압을 올리는 설비가 아니라 과도한 전압상승을 낮추는 설비이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

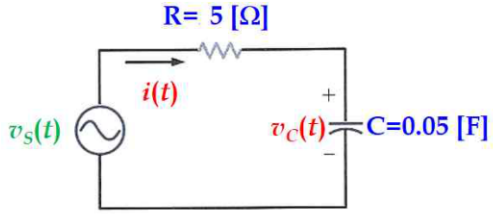
‘경부하·무부하 송전선로의 충전전류 또는 수전단 전압상승’이 제시되면 진상 무효전력을 흡수하는 분로리액터를 연결한다. 반대로 ‘전압강하 보상 또는 진상 무효전력 공급’이 제시되면 콘덴서 계열 설비를 연결한다.

암기 포인트

분로리액터는 진상 무효전력을 흡수하여 수전단 전압상승을 억제한다.

NoteBase

9. 회로에서 전원전압 $v_S(t) = 10\cos(4t + 15^\circ)$이 공급될 경우 커패시터에 유기되는 전압 $v_C(t)$은?



① $v_C(t) = 5\sqrt{2}\cos(4t - 30^\circ)$
② $v_C(t) = 5\sqrt{2}\cos(4t + 30^\circ)$
③ $v_C(t) = 5\cos(4t - 30^\circ)$
④ $v_C(t) = 5\cos(4t + 30^\circ)$

정답 1번

출제 포인트

직렬 RC 회로의 커패시터 전압 전달함수 $H_C(j\omega)$를 이용하여 출력 전압의 크기와 위상을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $v_S(t) = 10\cos(4t + 15^\circ)$, $R = 5\Omega$, $C = 0.05\text{F}$이다.
각주파수는 $\omega = 4\text{rad/s}$이고, 구해야 할 값은 그림에 표시된 극성의 커패시터 전압 $v_C(t)$이다.
입력의 10은 최댓값이므로 출력도 최댓값 기준으로 계산한다.

사용할 공식

직렬 RC 회로에서 커패시터 양단 전압의 전달함수는
$H_C(j\omega) = \frac{Z_C}{R + Z_C} = \frac{1}{1 + j\omega RC}$
이다. 따라서
$|H_C| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}, \qquad \angle H_C = -\tan^{-1}(\omega RC)$
이다. 저항과 커패시터가 직렬이고 출력이 커패시터 양단에서 측정되므로 이 전압 분배 전달함수를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

먼저 $\omega RC = 4 \times 5 \times 0.05 = 1$이다.

따라서 전달함수의 크기와 위상은

$|H_C| = \frac{1}{\sqrt{1+1^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}, \qquad \angle H_C = -\tan^{-1}(1) = -45^\circ$

이다.

출력 전압의 최댓값은 $10 \times 1/\sqrt{2} = 5\sqrt{2}$이고, 출력 위상은 $15^\circ - 45^\circ = -30^\circ$이다. 그러므로

$v_C(t) = 5\sqrt{2}\cos(4t - 30^\circ)$

이다.

선지 판단

① O — 계산 결과와 같이 최댓값이 $5\sqrt{2}$, 위상이 -30°이므로 옳다.

② X — 최댓값은 맞지만 $+30^\circ$가 틀렸다. 커패시터 전달함수의 위상은 -45°이므로 올바르게는 $v_C(t) = 5\sqrt{2}\cos(4t - 30^\circ)$이다.

③ X — 위상은 맞지만 최댓값 5가 틀렸다. 전달함수의 크기는 $1/\sqrt{2}$이므로 올바르게는 $v_C(t) = 5\sqrt{2}\cos(4t - 30^\circ)$이다.

④ X — 최댓값 5와 위상 $+30^\circ$가 모두 틀렸다. 올바르게는 $v_C(t) = 5\sqrt{2}\cos(4t - 30^\circ)$이다.

오답 포인트

입력 위상 15°에 전달함수 위상 -45°을 더해야 하는데 부호를 반대로 처리하면 ②처럼 위상을 잘못 고르게 된다. 또한 $|1 + j| = \sqrt{2}$이므로 $|H_C| = 1/\sqrt{2}$이며, 이를 1/2로 잘못 계산하면 ③이나 ④의 최댓값 5가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RC 회로에서 출력 위치를 먼저 확인하고, 커패시터 출력이면 $H_C(j\omega) = 1/(1 + j\omega RC)$를 적용한다. 그다음 입력 최댓값에는 $|H_C|$를 곱하고 입력 위상에는 $\angle H_C$를 더하여 출력 정현파를 결정한다.

암기 포인트

커패시터 출력 RC 회로는 $H_C = 1/(1 + j\omega RC)$이며, $\omega RC = 1$일 때 크기는 $1/\sqrt{2}$, 위상은 -45°이다.

NoteBase

10. $f(t) = t\sin(at)$를 라플라스 변환하면?
(단, a는 상수)

① $-\frac{2as}{(s^2+a^2)^2}$ ② $\frac{s^2-a^2}{(s^2+a^2)^2}$

③ $\frac{2as}{(s^2+a^2)^2}$ ④ $-\frac{s^2-a^2}{(s^2+a^2)^2}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 라플라스 변환의 시간 곱셈 성질 $\mathcal{L}\{tf(t)\} = -\frac{d}{ds}F(s)$를 이용해 $t\sin(at)$의 변환을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 함수: $f(t) = t\sin(at)$

상수: a

구해야 할 값: $\mathcal{L}\{t\sin(at)\}$

주의할 조건: t가 곱해지면 s에 대해 미분한 뒤 음의 부호를 붙인다.

사용할 공식

$\mathcal{L}\{\sin(at)\} = \frac{a}{s^2+a^2}$

$\mathcal{L}\{tf(t)\} = -\frac{d}{ds}F(s)$

여기서 $F(s) = \mathcal{L}\{f(t)\}$이다. $t\sin(at)$는 $\sin(at)$에 t가 한 번 곱해진 형태이므로 이 미분 성질을 사용한다.

계산 과정

먼저 $\sin(at)$의 라플라스 변환을 놓는다.

$F(s) = \frac{a}{s^2+a^2}$

시간 곱셈 성질을 적용한다.

$\mathcal{L}\{t\sin(at)\} = -\frac{d}{ds}\left(\frac{a}{s^2+a^2}\right)$

미분하면 다음과 같다.

$\frac{d}{ds}\left(\frac{a}{s^2+a^2}\right) = -\frac{2as}{(s^2+a^2)^2}$

따라서 바깥의 음의 부호와 상쇄되어 다음 결과를 얻는다.

$\mathcal{L}\{t\sin(at)\} = \frac{2as}{(s^2+a^2)^2}$

NoteBase

선지 판단

① X — $-\frac{2as}{(s^2+a^2)^2}$는 시간 곱셈 성질의 바깥 음의 부호를 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 $\frac{2as}{(s^2+a^2)^2}$이다.
② X — $\frac{s^2-a^2}{(s^2+a^2)^2}$는 이 문항의 $t\sin(at)$ 변환이 아니라 $t\cos(at)$의 변환이다. 올바르게는 $\frac{2as}{(s^2+a^2)^2}$이다.
③ O — 시간 곱셈 성질로 계산한 $\frac{2as}{(s^2+a^2)^2}$와 정확히 일치한다.
④ X — $-\frac{s^2-a^2}{(s^2+a^2)^2}$는 분자 형태와 전체 부호가 모두 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $\frac{2as}{(s^2+a^2)^2}$이다.

오답 포인트

①은 $\mathcal{L}\{tf(t)\}$ 공식의 음의 부호와 $F'(s)$에서 생기는 음의 부호가 상쇄된다는 점을 놓치게 만든다. ②와 ④는 사인 변환을 미분한 결과의 분자를 s^2-a^2로 착각하게 만드는 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

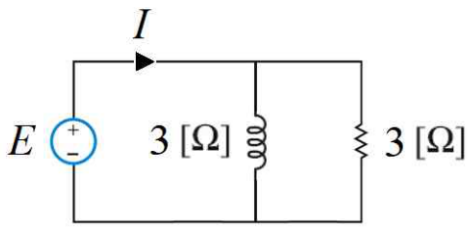
시간함수에 t가 곱해진 라플라스 변환은 먼저 원래 함수의 변환 $F(s)$를 구한 뒤 $-F'(s)$를 계산한다. 마지막에는 바깥 음의 부호와 미분 과정에서 생긴 부호를 따로 확인한다.

암기 포인트

t 한 번 곱하기는 s에 대해 한 번 미분하고 음의 부호를 붙이는 것, 즉 $\mathcal{L}\{tf(t)\}=-F'(s)$이다.

NoteBase

11. 실효치가 2[A]인 정현파전류 I가 회로에 흐르고 있을 때 인가전압 E를 계산하시오.



① $3+j3[V]$ ② $3-j3[V]$

③ $\frac{2+j2}{3}[V]$ ④ $\frac{2-j2}{3}[V]$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 병렬로 연결된 저항과 유도성 리액턴스의 합성 임피던스를 구한 뒤, 페이저 관계 $E = IZ$를 이용하여 인가전압을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전체 실효치 전류는 $I = 2A$, 저항은 $R = 3\Omega$, 유도성 리액턴스는 $X_L = 3\Omega$이다.
구해야 할 값: 전원에 인가되는 전압 페이저 E이다.
주의할 조건: 유도성 임피던스는 $Z_L = jX_L = j3\Omega$이며, 전류 I를 기준 위상인 $2\angle 0^\circ A$로 둔다.

사용할 공식

병렬 합성 임피던스는
$Z = \frac{Z_L R}{Z_L + R}$
이고, 인가전압은
$E = IZ$
이다. 두 소자가 같은 두 단자에 병렬로 연결되어 있으므로 먼저 병렬 합성 임피던스를 구한 뒤 옴의 법칙의 페이저 형태를 적용한다.

계산 과정

1. 병렬 합성 임피던스를 계산한다.
$Z = \frac{(j3)(3)}{j3+3} = \frac{j9}{3+j3} = \frac{3+j3}{2}\Omega$
2. 전체 전류를 곱하여 인가전압을 구한다.
$E = IZ = (2)\left(\frac{3+j3}{2}\right) = 3 + j3V$
3. 따라서 인가전압은 $3 + j3V$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과와 같은 $3+j3V$이므로 옳다.
② X — $3-j3V$은 허수부의 부호가 반대이다. 유도성 임피던스는 $+jX_L$이므로 올바르게는 $3+j3V$이다.
③ X — $\frac{2+j2}{3}V$은 합성 임피던스에 전체 전류를 곱하지 않고 수치 관계를 잘못 처리한 값이다. 올바르게는 $E=2\times\frac{3+j3}{2}=3+j3V$이다.
④ X — $\frac{2-j2}{3}V$은 크기 계산과 유도성 허수부의 부호를 모두 잘못 처리한 값이다. 올바르게는 $3+j3V$이다.

오답 포인트

유도성 리액턴스 $j3\Omega$를 $-j3\Omega$로 두면 ②처럼 허수부가 음수가 된다. 또한 병렬회로라는 이유로 임피던스나 전압을 단순히 3으로 나누면 안 되며, 합성 임피던스를 구한 다음 전체 전류를 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

교류 병렬회로의 전원전압을 묻는 문제는 각 소자의 복소 임피던스를 확인하고, 병렬 합성 임피던스 Z를 구한 다음, 기준 위상으로 둔 전체 전류와 $E=IZ$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

코일은 $+jX_L$, 커패시터는 $-jX_C$이며, 병렬 합성 뒤에는 $E=IZ$를 적용한다.

NoteBase

12. 삼상 불평형 전류를 I_a, I_b, I_c라 하고 $I_x = \frac{1}{3}\left(I_a + \alpha^2 I_b + \alpha I_c\right)$로 나타낼 경우 I_x가 나타내는 전류는? (단, $\alpha = e^{j2\pi/3}$)

① 정상전류 ② 역상전류

③ 영상전류 ④ 지락전류

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 삼상 불평형 전류의 대칭분 변환식에서 I_a, I_b, I_c에 곱해진 계수의 순서를 보고 정상분·역상분·영상분을 구별하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $I_x = \frac{1}{3}(I_a + \alpha^2 I_b + \alpha I_c)$, $\alpha = e^{j2\pi/3}$

구해야 할 값: I_x가 나타내는 대칭분 전류

주의할 조건: I_b와 I_c 앞의 α, α^2 순서가 정상분과 역상분을 결정한다.

사용할 공식

영상분: $I_0 = \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c)$

정상분: $I_1 = \frac{1}{3}(I_a + \alpha I_b + \alpha^2 I_c)$

역상분: $I_2 = \frac{1}{3}(I_a + \alpha^2 I_b + \alpha I_c)$

대칭분 전류는 각 상전류에 곱해지는 회전연산자 계수의 배열로 구분되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 주어진 식에서 각 상전류의 계수 배열을 읽으면 $(1, \alpha^2, \alpha)$이다.
2. 이 배열을 대칭분 공식과 비교하면 역상분 I_2의 배열과 일치한다.
3. 따라서 $I_x = I_2$이며, I_x는 역상전류이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 정상전류의 계수 배열은 $(1, \alpha, \alpha^2)$인데, 주어진 식은 $(1, \alpha^2, \alpha)$이다. 틀린 표현 '정상전류'는 '역상전류'로 고쳐야 한다.
② O — 역상전류는 $I_2 = \frac{1}{3}(I_a + \alpha^2 I_b + \alpha I_c)$이므로 주어진 I_x와 정확히 일치한다.
③ X — 영상전류는 세 상전류에 회전연산자를 곱하지 않고 $I_0 = \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c)$로 구한다. 틀린 표현 '영상전류'는 '역상전류'로 고쳐야 한다.
④ X — 지락전류는 영상전류와 관련되지만 대칭분의 명칭 자체가 아니며, 중성점으로 흐르는 전류는 일반적으로 $I_a + I_b + I_c = 3I_0$이다. 주어진 I_x는 I_2이므로 틀린 표현 '지락전류'는 '역상전류'로 고쳐야 한다.
계수 배열이 역상분 공식과 일치하므로 정답은 ②이다.

오답 포인트

정상분과 역상분은 I_b, I_c 앞의 α와 α^2 위치만 서로 바뀐다. 또한 영상전류와 지락전류는 관련되지만 같지 않다. 영상분은 I_0이고, 세 상전류의 합은 $3I_0$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

계수 배열을 먼저 확인한다. $(1, 1, 1)$이면 영상분, $(1, \alpha, \alpha^2)$이면 정상분, $(1, \alpha^2, \alpha)$이면 역상분으로 판단한다.

암기 포인트

정상은 $1 - \alpha - \alpha^2$, 역상은 $1 - \alpha^2 - \alpha$, 영상은 $1 - 1 - 1$의 계수 순서이다.

NoteBase

13. 단위 길이당 무게가 $1\times10^{-4}[N/m]$인 두 도선이 서로 평행하며 서로 0.1[m] 떨어져 있다. 한 도선이 다른 도선의 바로 위쪽에 놓여 있으며, 각 도선에는 크기가 같고 방향이 반대인 전류가 흐른다. 위쪽 도선에 작용하는 자기력과 중력의 합이 0일 때 도선에 흐르는 전류값[A]은 얼마인가? (단, 지구 자기장은 무시하며, $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}[Tm/A]$이다.)

① 5 ② $\sqrt{50}$
③ 50 ④ 10

정답 2번

출제 포인트

서로 반대 방향으로 전류가 흐르는 평행 도선 사이의 반발 자기력과 위쪽 도선의 중력이 평형을 이루는 조건으로 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 도선의 단위 길이당 무게는 $w = 1\times10^{-4}N/m$, 도선 사이의 거리는 $d = 0.1m$, 투자율은 $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}T\cdot m/A$이다.
구해야 할 값: 두 도선에 흐르는 같은 크기의 전류 I이다.
주의할 조건: 두 전류의 방향이 반대이므로 도선 사이에는 반발력이 작용한다. 따라서 아래쪽 도선이 위쪽 도선을 위로 밀어 올리는 자기력과 아래로 작용하는 중력의 크기를 같게 둔다.

사용할 공식

평행한 두 긴 도선 사이에 작용하는 단위 길이당 자기력은
$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$
이다. 두 전류의 크기가 같으므로 $I_1 = I_2 = I$를 대입한다. 이 공식은 서로 평행하고 간격이 일정한 두 긴 도선에 흐르는 전류가 만드는 단위 길이당 자기력을 나타내므로 사용한다.

NoteBase

계산 과정

위쪽 도선에서 합력이 0이므로 단위 길이당 자기력과 무게가 같다.

$1 \times 10^{-4} = \frac{(4\pi \times 10^{-7})I^2}{2\pi(0.1)}$

우변의 상수를 정리하면

$1 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-6} I^2$

이므로

$I^2 = 50, \qquad I = \sqrt{50}\,A$

이다. 전류의 크기를 묻고 있으므로 양의 값을 취한다.

선지 판단

① X — $5A$를 대입하면 $I^2 = 25A^2$이므로 필요한 자기력의 절반만 생긴다. 틀린 값 $5A$ → 올바르게는 $\sqrt{50}A$이다.

② O — 평형식에서 $I^2 = 50A^2$이므로 전류는 $\sqrt{50}A$이다.

③ X — $50A$는 계산에서 얻은 $I^2 = 50A^2$의 수치 50을 전류 I로 잘못 본 값이다. 틀린 값 $50A$ → 올바르게는 $\sqrt{50}A$이다.

④ X — $10A$를 대입하면 $I^2 = 100A^2$이 되어 자기력이 중력의 2배가 된다. 틀린 값 $10A$ → 올바르게는 $\sqrt{50}A$이다.

계산 결과 $I = \sqrt{50}A$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

③처럼 $I^2 = 50$에서 제곱근을 취하지 않고 50을 그대로 전류로 고르기 쉽다. 또한 반대 방향 전류에는 반발력이 작용하므로 위쪽 도선의 자기력 방향이 위쪽이라는 점을 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전류 방향으로 인력인지 반발력인지 판단하고, 단위 길이당 힘 $\mu_0 I_1 I_2/(2\pi d)$과 단위 길이당 무게를 같게 둔 뒤, 마지막에 I^2에서 제곱근을 취해 전류의 크기를 구한다.

암기 포인트

평행 도선은 같은 방향 전류이면 인력, 반대 방향 전류이면 반발력이며, 단위 길이당 힘은 $F/L = \mu_0 I_1 I_2/(2\pi d)$이다.

NoteBase

14. 회로에 흐르는 전류가 아래와 같을 경우 전류의 실효치를 계산하면?

$$i(t) = 3 + 5\cos(t + 30^\circ) + 8\sin(2t)$$

① $\sqrt{\frac{89}{2}}\,[A]$ ② $\sqrt{49}\,[A]$

③ $\sqrt{98}\,[A]$ ④ $\sqrt{\frac{107}{2}}\,[A]$

정답 4번

출제 포인트

직류 성분과 주파수가 서로 다른 정현파 성분이 함께 있는 전류의 실효값을 각 성분의 제곱평균 합으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전류는 직류 성분 3A, 진폭이 5A인 코사인 성분, 진폭이 8A인 사인 성분으로 이루어진다. 각 정현파의 실효값은 진폭을 $\sqrt{2}$로 나눈 값이다. 위상각 30 °는 해당 정현파 성분의 실효값에 영향을 주지 않는다.

사용할 공식

$I_{\text{rms}} = \sqrt{I_{\text{DC}}^2 + I_{1,\text{rms}}^2 + I_{2,\text{rms}}^2}$
직류와 각 정현파 성분의 평균 교차항은 0이고, 서로 다른 주파수 성분 사이의 평균 교차항도 0이므로 각 성분의 실효값 제곱을 합한다.

계산 과정

1. 각 교류 성분의 실효값은 $I_{1,\text{rms}} = 5/\sqrt{2}A$, $I_{2,\text{rms}} = 8/\sqrt{2}A$이다.
2. 각 성분의 제곱을 합하면 다음과 같다.
$I_{\text{rms}}^2 = 3^2 + \left(\frac{5}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{8}{\sqrt{2}}\right)^2 = 9 + \frac{25}{2} + \frac{64}{2} = \frac{107}{2}A^2$
3. 따라서 $I_{\text{rms}} = \sqrt{107/2}A$이다.

선지 판단

① X — $\sqrt{89/2}A$를 제곱하면 $89/2A^2$로, 계산된 제곱평균 $107/2A^2$와 다르다. $\sqrt{89/2}A$는 $\sqrt{107/2}A$로 고쳐야 한다.

② X — $\sqrt{49}A$를 제곱하면 $49A^2$로, 세 성분의 제곱평균 합 $107/2A^2$와 다르다. $\sqrt{49}A$는 $\sqrt{107/2}A$로 고쳐야 한다.

③ X — $\sqrt{98}A$를 제곱하면 $98A^2$이므로 계산 결과보다 크다. $\sqrt{98}A$는 $\sqrt{107/2}A$로 고쳐야 한다.

④ O — 직류 성분과 두 교류 성분의 실효값 제곱을 모두 합한 결과가 $107/2A^2$이므로 $\sqrt{107/2}A$가 맞다.

NoteBase

오답 포인트

직류 성분까지 $\sqrt{2}$로 나누거나, 정현파의 진폭을 그대로 제곱해 더하면 오답이 된다. 또한 위상각 30 °가 실효값의 크기를 바꾼다고 판단하기 쉽지만, 단일 정현파의 실효값은 위상과 무관하다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류와 서로 다른 주파수의 정현파가 합쳐진 파형은 직류값은 그대로, 각 정현파는 진폭을 $\sqrt{2}$로 나눈 뒤 각 실효값의 제곱을 합하고 마지막에 제곱근을 취한다.

암기 포인트

합성 전류의 실효값 제곱은 직류 성분의 제곱과 서로 직교하는 각 교류 성분의 실효값 제곱의 합이다.

NoteBase

15. 자기저항(Reluctance)에 대한 설명 중 틀린 것은?
① 단위는 [A/Wb]이다.
② 투자율이 클수록 자기저항은 커진다.
③ 주어진 기자력에 대해서 자속의 흐름을 방해하는 정도를 나타내는 양이다.
④ 자기저항의 역수를 퍼미언스(Permeance)라고 한다.

정답 2번

출제 포인트

자기저항의 정의, 단위, 투자율과의 관계, 퍼미언스와의 역수 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

자기저항은 자기회로에서 자속의 흐름을 방해하는 정도를 나타내는 양이다. 자기회로의 길이를 l, 단면적을 S, 투자율을 μ라 하면 $\mathcal{R} = l/(\mu S) = \mathcal{F}/\Phi$이다. 따라서 투자율이나 단면적이 커지면 자기저항은 작아지고, 길이가 길어지면 자기저항은 커진다. 퍼미언스 P는 자기저항의 역수이므로 $P = 1/\mathcal{R}$이다.

선지별 해설

① O — 자기저항은 기자력 $\mathcal{F}$을 자속 Φ로 나눈 양이므로 단위는 A/Wb이다. 권수를 명시하면 A · turn/Wb로도 나타낸다.
② X — 틀린 표현은 '투자율이 클수록 자기저항은 커진다'이다. $\mathcal{R} = l/(\mu S)$이므로 올바르게는 '투자율이 클수록 자기저항은 작아진다'이다.
③ O — 같은 기자력이 주어졌을 때 자기저항이 클수록 자속이 작아지므로, 자속의 흐름을 방해하는 정도를 나타내는 양이라는 설명이 맞다.
④ O — 퍼미언스는 자속이 얼마나 잘 통하는지를 나타내며 자기저항과 역수 관계이므로, 자기저항의 역수를 퍼미언스라고 한다.

오답 포인트

②는 투자율이 큰 물질일수록 자속이 잘 형성된다는 사실을 반대로 제시한 선지이다. 투자율이 커지면 자속 통로가 좋아지므로 자기저항은 커지는 것이 아니라 작아진다.

다시 나오면 이렇게 판단

자기저항 공식 $\mathcal{R} = l/(\mu S)$에서 분자는 길이, 분모는 투자율과 단면적임을 확인한다. 퍼미언스가 나오면 $P = 1/\mathcal{R}$의 역수 관계로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

길이가 길면 자기저항은 커지고, 투자율·단면적이 크면 자기저항은 작아진다. 퍼미언스는 자기저항의 역수이다.

NoteBase

16. RLC 병렬회로에서 R, L, C가 모두 동일하게 10[Ω]인 상태에서 L를 증가시킬 때의 설명 중 옳지 않은 것은?
(단, R과 C는 동일하게 유지됨)
① 공진 주파수는 감소한다.
② 어드미턴스는 감소한다.
③ 역률은 작아진다.
④ 선택도(Q)는 커진다.

정답 4번

출제 포인트

병렬 RLC 회로에서 R과 C를 고정하고 L만 증가시킬 때 공진주파수, 특성 어드미턴스, 역률, 선택도 Q가 어떻게 변하는지를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 상태: 처음에는 R, 유도 리액턴스 X_L, 용량 리액턴스 X_C가 각각 10Ω이며 $X_L = X_C$이므로 공진 상태이다.
변화 조건: R과 C는 일정하고 L만 증가한다.
판단 대상: 각 물리량의 정확한 수치가 아니라 증가·감소 방향이다.

사용할 공식

공진주파수는 $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$, 특성 어드미턴스는 $Y_0 = \sqrt{C/L}$, 병렬 공진회로의 선택도는 $Q_p = R\sqrt{C/L}$이다. 또한 고정된 각주파수에서 유도성 서셉턴스의 크기는 $1/(\omega L)$이다. 이 공식들은 R과 C가 일정할 때 L의 증가가 각 물리량에 미치는 방향을 직접 보여 준다.

계산 과정

$L' = kL (k > 1)$로 두면
$f_0' = \frac{1}{2\pi\sqrt{kLC}} = \frac{f_0}{\sqrt{k}} < f_0$
$Y_0' = \sqrt{\frac{C}{kL}} = \frac{Y_0}{\sqrt{k}} < Y_0$
$Q_p' = R\sqrt{\frac{C}{kL}} = \frac{Q_p}{\sqrt{k}} < Q_p$
또한 처음 공진하던 주파수에서는 L 증가 후 유도성 서셉턴스 $1/(\omega L)$가 작아져 용량성 서셉턴스와의 상쇄가 깨진다. 따라서 전압과 전류 사이에 위상차가 생겨 역률이 1보다 작아진다.

NoteBase

선지 판단

① O — $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$이므로 L이 증가하면 공진주파수는 감소한다.
② O — 특성 어드미턴스 $Y_0 = \sqrt{C/L}$이므로 L이 증가하면 어드미턴스는 감소한다.
③ O — 처음에는 $X_L = X_C$인 공진 상태라 역률이 1이지만, L 증가 후에는 리액턴스 성분이 상쇄되지 않아 역률이 작아진다.
④ X — 병렬 공진회로에서 $Q_p = R\sqrt{C/L}$이므로 R과 C가 일정할 때 L이 증가하면 선택도 Q는 커지는 것이 아니라 작아진다. 올바른 표현은 '선택도 Q는 작아진다'이다.

오답 포인트

④에서 L이 커지면 무조건 선택도도 커진다고 생각하기 쉽다. 그러나 병렬 공진회로의 선택도는 $Q_p = R\sqrt{C/L}$이므로 L이 분모에 들어가며, R과 C가 고정되면 L 증가에 따라 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

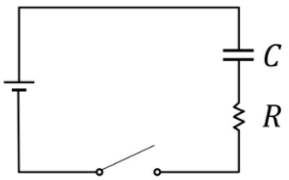
변화량이 없는 증감 문제에서는 증가한 값을 $L' = kL (k > 1)$로 놓고 각 공식에 대입한다. 병렬 RLC 회로에서 R과 C가 일정하면 f_0, Y_0, Q_p는 모두 $1/\sqrt{L}$에 비례하므로 함께 감소한다. 공진점에서 한 소자만 변하면 리액턴스 상쇄가 깨져 역률도 1보다 작아진다.

암기 포인트

병렬 RLC에서 $R \cdot C$ 고정, L 증가이면 $f_0 \downarrow$, $Y_0 \downarrow$, $Q_p \downarrow$이며 공진 이탈로 역률도 감소한다.

NoteBase

17. 충전되지 않은 축전기($5[\mu F]$)와 저항($8\times10^{5}[\Omega]$)이 직렬로 연결되어 있고 12[V]의 전원이 연계되었을 때 회로의 시상수[sec]와 커패시터의 최대 전하량[μC]을 각각 구한 값으로 옳은 것은?



① 4, 60 ② 4, 40
③ 6, 60 ④ 6, 40

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직렬 RC 충전 회로에서 시정수와 완전 충전 시 커패시터의 최대 전하량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R=8\times10^{5}\Omega$, $C=5\mu F=5\times10^{-6}F$, $V=12V$이다.
구해야 할 값: 회로의 시정수 τ와 커패시터의 최대 전하량 Q_{max}이다.
주의할 조건: 커패시터가 처음에는 충전되지 않았으며, 최대 전하량은 충분한 시간이 지나 커패시터 전압이 전원 전압과 같아졌을 때의 값이다.

사용할 공식

시정수는 $\tau=RC$이고, 최대 전하량은 $Q_{max}=CV$이다.
저항과 커패시터가 직렬로 연결된 1차 RC 충전 회로이므로 $\tau=RC$를 사용한다. 충분히 충전된 뒤에는 커패시터 양단 전압이 전원 전압 V가 되므로 $Q=CV$를 사용한다.

계산 과정

1. 시정수를 계산하면
$\tau=RC=(8\times10^{5})(5\times10^{-6})=40\times10^{-1}=4s$
이다.
2. 최대 전하량을 계산하면
$Q_{max}=CV=(5\times10^{-6})(12)=60\times10^{-6}C=60\mu C$
이다.
따라서 시정수와 최대 전하량은 각각 $4s$, $60\mu C$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 제시된 $4s$, $60\mu C$는 계산 결과와 모두 일치한다.
② X — 시정수 $4s$는 맞지만 최대 전하량을 $40\mu C$로 제시한 부분이 틀리다. 올바르게는 $60\mu C$이다.
③ X — 최대 전하량 $60\mu C$는 맞지만 시정수를 $6s$로 제시한 부분이 틀리다. 올바르게는 $4s$이다.
④ X — 시정수 $6s$와 최대 전하량 $40\mu C$가 모두 틀리다. 올바르게는 각각 $4s$, $60\mu C$이다.

오답 포인트

커패시턴스 $5\mu F$를 $5 \times 10^{-6} F$로 바꾸지 않으면 시정수 계산을 틀리기 쉽다. 또한 시정수에는 전원 전압이 들어가지 않고, 최대 전하량에는 저항이 들어가지 않는다는 구분이 핵심이다. ②와 ④의 $40\mu C$는 RC 계산에서 나온 숫자 40을 전하량과 혼동하도록 만든 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

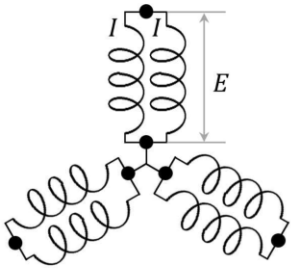
RC 충전 문제에서는 먼저 μF를 F로 환산한 뒤 시정수는 RC, 최대 전하량은 CV로 각각 계산하고 단위를 s와 μC로 검산한다.

암기 포인트

RC 충전 회로는 시간의 척도가 $\tau = RC$, 완전 충전량이 $Q_{\max} = CV$이다.

NoteBase

18. 상간 접속 방법이 다음 그림과 같을 때, 선간 전압과 선전류가 맞게 짝지어진 것은?



① $2\sqrt{3}E,\ I$ ② $2E,\ \sqrt{3}I$
③ $\sqrt{3}E,\ 2I$ ④ $E,\ 2\sqrt{3}I$

정답 3번

출제 포인트

두 권선의 병렬 합성 관계와 Y결선의 선간전압·선전류 관계를 이용하여 선간전압과 선전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

그림에서 각 상은 전류가 각각 I인 동일한 두 권선이 병렬로 접속되어 있고, 세 상의 한쪽 끝은 공통점에 연결되어 Y결선을 이룬다. 병렬 권선군 양단의 상전압은 E이다. 구해야 할 값은 선간전압 V_L과 선전류 I_L이다.

사용할 공식

병렬 권선의 합성 전류는 $I_{ph} = I + I = 2I$이다. Y결선에서는 $V_L = \sqrt{3}V_{ph}$, $I_L = I_{ph}$이다. 두 권선은 병렬이므로 전압은 더하지 않고 전류를 더하며, Y결선이므로 선간전압은 상전압의 $\sqrt{3}$배가 된다.

계산 과정

1. 병렬인 두 권선에는 같은 상전압 E가 걸리므로 $V_{ph} = E$이다.
2. 각 권선에 I가 흐르므로 병렬 권선군의 상전류는 $I_{ph} = I + I = 2I$이다.
3. Y결선 관계를 적용하면 $V_L = \sqrt{3}E$, $I_L = 2I$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $2\sqrt{3}E, I$는 병렬 권선의 전압을 $2E$로 더하고 전류를 한 권선의 I로 본 결과이다. 병렬에서는 전압이 E로 같고 전류가 합쳐지므로 $\sqrt{3}E, 2I$로 고쳐야 한다.
② X — $2E, \sqrt{3}I$는 두 권선을 직렬로 보고 선전류에 델타결선의 $\sqrt{3}$ 관계를 적용한 값이다. 그림은 권선 병렬의 Y결선이므로 $\sqrt{3}E, 2I$가 옳다.
③ O — 병렬 권선군의 상전압은 E, 상전류는 $2I$이고, Y결선에서 선간전압은 상전압의 $\sqrt{3}$배이며 선전류는 상전류와 같으므로 $\sqrt{3}E, 2I$이다.
④ X — $E, 2\sqrt{3}I$는 병렬 권선군을 델타결선한 경우에 해당하는 관계이다. 그림은 공통점을 갖는 Y결선이므로 선간전압과 선전류는 각각 $\sqrt{3}E, 2I$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

병렬인 두 권선의 전압까지 더해 $2E$로 보거나, Y결선인데 델타결선의 선전류 관계를 적용하기 쉽다. 이 그림에서는 권선 병렬 때문에 전류에만 2가 붙고, Y결선 때문에 선간전압에만 $\sqrt{3}$이 붙는다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 한 상 내부 권선의 직렬·병렬 여부를 판단하여 상전압과 상전류를 구한 뒤, 전체가 Y결선인지 델타결선인지 확인하여 선간전압과 선전류의 관계를 적용한다.

암기 포인트

권선 병렬은 전압이 같고 전류가 합쳐진다. Y결선은 $V_L = \sqrt{3}V_{ph}$, $I_L = I_{ph}$이다.

NoteBase

19. $F(s)=\dfrac{3s+10}{s^3+2s^2+5s}$일 때, $f(t)$의 최종값은?

① 1 ② 2
③ 3 ④ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 라플라스 변환의 최종값 정리를 이용해 $f(t)$의 최종값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 함수는 $F(s)=\frac{3s+10}{s^3+2s^2+5s}$이다. 구해야 할 값은 $\lim_{t\to\infty} f(t)$이다. 최종값 정리를 적용하려면 $sF(s)$의 모든 극점이 좌반평면에 있어야 한다.

사용할 공식

최종값 정리는 $\lim_{t\to\infty} f(t)=\lim_{s\to 0} sF(s)$이다. $sF(s)=\frac{3s+10}{s^2+2s+5}$의 극점은 $s=-1\pm j2$로 모두 좌반평면에 있으므로 이 공식을 적용할 수 있다.

계산 과정

분모에서 s를 묶으면 $F(s)=\frac{3s+10}{s(s^2+2s+5)}$이다. 따라서 $\lim_{s\to 0} sF(s)=\lim_{s\to 0}\frac{3s+10}{s^2+2s+5}=\frac{10}{5}=2$이다. 그러므로 $f(t)$의 최종값은 2이다.

선지 판단

① X — 계산 결과는 1이 아니라 2이다. 올바르게는 '$f(t)$의 최종값은 2이다'이다.
② O — 최종값 정리에 따라 $\lim_{s\to 0} sF(s)=2$이므로 옳다.
③ X — 계산 결과는 3이 아니라 2이다. 올바르게는 '$f(t)$의 최종값은 2이다'이다.
④ X — 계산 결과는 4가 아니라 2이다. 올바르게는 '$f(t)$의 최종값은 2이다'이다.

오답 포인트

$F(s)$에 곧바로 $s=0$을 대입하면 분모가 0이 된다. 최종값은 $F(0)$이 아니라 $\lim_{s\to 0} sF(s)$로 구하며, 적용 전에 $sF(s)$의 극점이 좌반평면에 있는지도 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

최종값 문제는 먼저 $sF(s)$의 극점이 좌반평면에 있는지 확인한 뒤, $sF(s)$를 약분하고 $s\to 0$의 극한을 계산한다.

NoteBase

암기 포인트

최종값은 $F(0)$이 아니라 $\lim_{s\to 0} sF(s)$이다.

NoteBase

20. 단상 2선식에서 단상 3선식으로 전기 공급 방식을 변경하였을 때의 설명으로 옳은 것은?
① 전압강하 및 전력손실이 감소한다.
② 전압, 전력손실이 일정한 경우 전체 전선 소요량이 증가한다.
③ 전압과 전류가 일정한 경우 1선당 공급 전력이 감소한다.
④ 부하 불평형 시 전압 불평형이 발생하지 않는다.

정답 1번

출제 포인트

단상 2선식을 단상 3선식으로 바꿀 때 전압강하, 전력손실, 전선 소요량, 1선당 공급전력 및 부하 불평형이 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

단상 2선식: 두 전선으로 하나의 단상 부하 회로에 전력을 공급하는 방식이다.
단상 3선식: 두 외선과 중성선으로 구성되며, 양쪽 부하가 평형이면 중성선 전류가 서로 상쇄되는 방식이다. 같은 사용전압과 공급전력을 기준으로 전류를 두 외선에 나누어 공급하므로 단상 2선식보다 전압강하와 전력손실을 줄이고 전선 재료를 절약할 수 있다.

선지별 해설

① O — 평형부하에서는 두 외선의 전류가 중성선에서 상쇄되고, 같은 전력을 공급할 때 각 외선이 분담하는 전류가 작아지므로 전압강하와 전력손실이 감소한다.

② X — 틀린 표현은 '전체 전선 소요량이 증가한다'이다. 전압과 전력손실 등 비교 조건이 같으면 각 전선에 필요한 단면적을 줄일 수 있으므로 전체 전선 소요량은 증가하는 것이 아니라 감소한다.

③ X — 틀린 표현은 '1선당 공급 전력이 감소한다'이다. 전압과 전류 및 역률이 같을 때 단상 2선식의 1선당 공급전력은 $VI/2$, 단상 3선식은 $2VI/3$이므로 1선당 공급전력은 오히려 증가한다.

④ X — 틀린 표현은 '전압 불평형이 발생하지 않는다'이다. 양쪽 부하가 불평형이면 중성선에 전류가 흐르고 중성점 전위가 변동하여 양쪽 부하전압에 불평형이 발생할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

전선 수가 2개에서 3개로 늘어난다는 사실만 보고 ②의 전선 소요량도 증가한다고 판단하기 쉽다. 그러나 전체 전선량은 전선의 개수뿐 아니라 각 전선에 필요한 단면적까지 함께 비교해야 한다. 또한 ④는 중성선이 있다는 이유만으로 부하 불평형의 영향을 완전히 없앤다고 오해하게 만드는 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단상 3선식의 평형 상태에서는 중성선 전류가 상쇄되고 각 외선이 부하를 나누어 담당한다는 점을 먼저 적용한다. 따라서 전압강하·전력손실·전선 소요량은 감소하고 1선당 공급전력은 증가하며, 부하가 불평형이면 중성선 전류와 전압 불평형이 생길 수 있다고 판단한다.

암기 포인트

단상 3선식은 평형이면 중성선 전류가 0이고 손실·전압강하·전선량은 감소하지만, 불평형이면 중성선 전류와 전압 불평형이 발생할 수 있다.

NoteBase

21. 인접한 두 도체 간에 전류가 흐를 때, 상호 간의 전류 방향에 의한 전류밀도가 집중되어, 전류가 흐르는 유효면적이 감소하고 저항이 증가하여 전송손실이 증가하는 현상을 무엇이라 하는가?

① 표피효과 ② 페란티 효과
③ 근접효과 ④ 자기여자현상

정답 3번

출제 포인트

인접한 도체에 흐르는 전류가 서로의 자기장에 영향을 받아 전류밀도가 한쪽에 집중되는 현상이 근접효과임을 묻는 문제이다.

핵심 개념

근접효과는 인접 도체가 만드는 교번 자기장의 상호작용으로 각 도체 내부의 전류 분포가 불균일해지는 현상이다. 전류가 흐르는 유효 단면적이 감소하므로 교류저항과 전송손실이 증가한다.
표피효과는 도체 자체의 교번 자기장 때문에 전류가 도체 표면에 집중되는 현상이고, 근접효과는 인접 도체의 영향 때문에 전류가 특정 부분에 집중되는 현상이다.

선지별 해설

① X — 표피효과는 도체 자체에 흐르는 교류가 만든 자기장의 영향으로 전류밀도가 도체 표면에 집중되는 현상이다. 인접 도체 사이의 상호작용으로 전류가 편중되는 제시 현상은 표피효과가 아니라 근접효과이다.
② X — 페란티 효과는 무부하 또는 경부하인 장거리 송전선로에서 수전단 전압이 송전단 전압보다 높아지는 현상이다. 전류밀도 집중과 유효 단면적 감소를 설명하는 용어는 페란티 효과가 아니라 근접효과이다.
③ O — 근접효과는 인접 도체의 전류가 만드는 자기장이 서로 영향을 주어 전류밀도가 도체의 특정 부분에 집중되는 현상이다. 그 결과 유효 단면적이 감소하고 교류저항 및 전송손실이 증가하므로 문제의 설명과 일치한다.
④ X — 자기여자현상은 발전기 등이 외부 여자 없이 잔류자기와 되먹임 작용으로 전압이나 자속을 스스로 형성·증가시키는 현상이다. 인접 도체 때문에 전류 분포가 불균일해지는 현상은 자기여자현상이 아니라 근접효과이다.

오답 포인트

①의 표피효과도 유효 단면적을 감소시키고 교류저항을 증가시키므로 혼동하기 쉽다. 그러나 문제의 핵심 표현은 '인접한 두 도체 간'과 '상호 간의 전류 방향'이며, 이는 다른 도체의 자기장 영향을 뜻하므로 근접효과이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전류 집중의 원인이 도체 자체이면 표피효과, 인접 도체와의 자기적 상호작용이면 근접효과로 구분한다. 수전단 전압 상승은 페란티 효과, 잔류자기와 되먹임에 의한 전압·자속 형성은 자기여자현상으로 판단한다.

암기 포인트

도체 자체의 표면에 몰리면 표피효과, 옆 도체 때문에 몰리면 근접효과이다.

NoteBase

22. 송전선 1선 지락 발생 시 선로에 흐르는 전류에 대한 설명으로 옳은 것은?
① 영상전류만 흐른다.
② 정상전류만 흐른다.
③ 정상전류 및 역상 전류가 흐른다.
④ 정상, 역상, 영상 전류가 흐른다.

정답 4번

출제 포인트

송전선에서 1선 지락이 발생할 때 대칭분 전류인 정상·역상·영상 전류가 어떻게 나타나는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

정상전류는 정상적인 상순서로 회전하는 평형 성분이고, 역상전류는 반대 상순서로 회전하는 평형 성분이며, 영상전류는 세 상의 크기와 위상이 같은 성분이다.
1선 지락은 비대칭 고장이므로 정상·역상·영상의 세 대칭분이 모두 생긴다. 고장점에서 세 영상망·역상망·정상망이 직렬로 연결되므로 각 대칭분 전류는 $I_0 = I_1 = I_2$의 관계를 가진다.

선지별 해설

① X — '영상전류만'이 틀린 표현이다. 1선 지락 시에는 영상전류뿐 아니라 정상전류와 역상전류도 함께 흐른다. 올바르게는 '정상·역상·영상 전류가 흐른다'이다.
② X — '정상전류만'이 틀린 표현이다. 1선 지락은 비대칭 고장이므로 정상전류만으로 나타낼 수 없고 역상전류와 영상전류도 발생한다. 올바르게는 '정상·역상·영상 전류가 흐른다'이다.
③ X — '정상전류 및 역상전류'만 흐른다는 부분이 틀렸다. 지락은 대지를 통한 귀로가 생기므로 영상전류도 흐른다. 올바르게는 '정상·역상·영상 전류가 흐른다'이다.
④ O — 1선 지락에서는 정상전류, 역상전류, 영상전류가 모두 흐르므로 옳다.

오답 포인트

지락이라는 말만 보고 영상전류만 흐른다고 판단하거나, 비대칭 고장이라는 점만 보고 정상·역상 성분만 고르는 것이 함정이다. 1선 지락은 비대칭이면서 대지 귀로가 있는 고장이므로 세 대칭분을 모두 포함한다.

다시 나오면 이렇게 판단

1선 지락을 보면 먼저 비대칭 고장이므로 역상 성분이 생기고, 대지 귀로가 있으므로 영상 성분도 생긴다고 판단한다. 여기에 정상 성분까지 포함하여 정상·역상·영상 전류가 모두 흐른다고 결론낸다.

NoteBase

암기 포인트

1선 지락은 세 대칭분이 모두 존재하며, 고장점에서는 $I_0 = I_1 = I_2$이다.

NoteBase

23. 선로에 연결된 부하의 전압과 전류가 $V = 120 + j90\,[V]$, $I = \frac{840 - j120}{32}\,[A]$일 경우, 부하의 임피던스는?

① $4 - j4\,[\Omega]$ ② $4 + j4\,[\Omega]$

③ $\frac{1-j}{8}\,[\Omega]$ ④ $\frac{1+j}{8}\,[\Omega]$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 복소수로 주어진 부하 전압과 전류에서 임피던스 $Z = V/I$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $V = 120 + j90$V, $I = (840 - j120)/32 = 26.25 - j3.75$A

구해야 할 값: 부하의 임피던스 Z

주의할 조건: 복소수를 나눌 때 분모의 켤레복소수를 곱하고 허수부의 부호를 정확히 처리한다.

사용할 공식

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

임피던스는 부하 양단 전압을 그 부하에 흐르는 전류로 나눈 값이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

전류를 먼저 정리하면

$I = \frac{840 - j120}{32} = 26.25 - j3.75 = 3.75(7 - j)$A

전압은 $V = 30(4 + j3)$V이므로

$Z = \frac{30(4 + j3)}{3.75(7 - j)} = 8\frac{4 + j3}{7 - j}$

분모의 켤레복소수 $7 + j$를 곱하면

$Z = 8\frac{(4 + j3)(7 + j)}{(7 - j)(7 + j)} = 8\frac{25 + j25}{50} = 4 + j4\Omega$

NoteBase

선지 판단

① X — $4 - j4\Omega$는 허수부의 부호가 반대이다. 틀린 표현 $4 - j4\Omega$는 $4 + j4\Omega$로 고쳐야 한다.
② O — 계산 결과가 $Z = 4 + j4\Omega$이므로 일치한다.
③ X — $(1 - j)/8\Omega$는 수치상 $1/Z$에 해당하는 어드미턴스 값이며 임피던스가 아니다. 틀린 표현 $(1 - j)/8\Omega$는 $4 + j4\Omega$로 고쳐야 한다.
④ X — $(1 + j)/8\Omega$는 임피던스가 아니며, 역수를 구하는 과정에서도 켤레복소수의 부호를 잘못 처리한 값이다. 틀린 표현 $(1 + j)/8\Omega$는 $4 + j4\Omega$로 고쳐야 한다.
계산 결과 $4 + j4\Omega$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

①은 복소수 나눗셈에서 켤레복소수의 부호를 잘못 처리하도록 유도한다. ③과 ④는 V/I 대신 역수인 I/V를 계산하거나 그 과정에서 허수부 부호까지 틀리도록 만든 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압과 전류가 복소수로 주어지면 먼저 $Z = V/I$를 세우고, 분모의 켤레복소수를 곱해 실수부와 허수부를 정리한 뒤 단위가 Ω인지 확인한다.

암기 포인트

임피던스는 $Z = V/I$, 어드미턴스는 $Y = I/V = 1/Z$이다.

NoteBase

24. 송전선로에서 수전단을 단락하고 송전단에서 본 임피던스는 100[Ω]이고 수전단을 개방한 경우에는 400[Ω]일 때 이 선로의 특성임피던스는 몇 [Ω]인가?

① 1/2[Ω] ② 2[Ω]
③ 20[Ω] ④ 200[Ω]

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 동일한 송전선로에서 수전단을 단락했을 때와 개방했을 때의 송전단 입력 임피던스를 이용하여 특성임피던스를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단락 시 입력 임피던스는 $Z_{sc} = 100\Omega$, 개방 시 입력 임피던스는 $Z_{oc} = 400\Omega$이다.
구해야 할 값: 선로의 특성임피던스 Z_0이다.
주의할 조건: 두 입력 임피던스의 산술평균이나 비가 아니라 곱의 제곱근을 구한다.

사용할 공식

$Z_0 = \sqrt{Z_{sc}Z_{oc}}$
수전단 단락 시와 개방 시의 입력 임피던스는 서로 곱하면 Z_0^2이 되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 두 입력 임피던스를 곱한다.

$Z_{sc}Z_{oc} = (100\Omega)(400\Omega) = 40{,}000\Omega^2$

2. 곱의 제곱근을 구한다.

$Z_0 = \sqrt{40{,}000\Omega^2} = 200\Omega$

따라서 특성임피던스는 200Ω이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1/2Ω는 계산 결과 200Ω와 다르다. 두 임피던스의 비 100/400 = 1/4에 제곱근을 취한 값은 무차원인 1/2이며, 특성임피던스가 아니다. 올바르게는 200Ω이다.
② X — 2Ω는 계산 결과 200Ω와 다르다. 두 임피던스의 비 400/100 = 4에 제곱근을 취하면 2가 되지만, 비의 제곱근은 무차원이라 특성임피던스가 아니다. 올바르게는 200Ω이다.
③ X — 20Ω는 100 × 400 = 40,000을 400으로 잘못 보고 제곱근을 취한 값에 해당한다. 올바르게는 $\sqrt{40{,}000} = 200$이므로 200Ω이다.
④ O — $\sqrt{(100\Omega)(400\Omega)} = 200\Omega$이므로 특성임피던스와 일치한다.

오답 포인트

단락 임피던스와 개방 임피던스의 비를 구하면 ①이나 ②처럼 보이는 값이 나오지만, 임피던스의 비는 무차원이라 답의 단위인 Ω를 만들 수 없다. 또한 곱 40,000의 0을 빠뜨리면 ③의 20Ω를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

동일한 선로의 단락·개방 시험값이 함께 주어지면 두 입력 임피던스를 곱한 뒤 제곱근을 취한다. 마지막에는 Ω^2의 제곱근이 Ω가 되는지 단위를 검산한다.

암기 포인트

단락값과 개방값의 기하평균이 특성임피던스이다: $Z_0 = \sqrt{Z_{sc}Z_{oc}}$.

NoteBase

25. 3상 3선식 배전선로에 3상 평형 부하 50[kW]가 연계되어 있다. 역률은 0.8로 지상이며, 부하 전압은 200[V], 전선 1조의 저항은 0.02[Ω]이다. 이때, 전압강하는 약 몇 [V]인가?
(단, 리액턴스는 무시한다.)
① 3 ② 4
③ 5 ④ 9

정답 3번

출제 포인트

평형 3상 3선식 회로에서 리액턴스를 무시할 때의 선간 전압강하 공식을 이용해 전압강하를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 3상 유효전력 $P = 50kW = 50{,}000W$, 역률 $\cos\phi = 0.8$, 부하 선간전압 $V = 200V$, 전선 1조의 저항 $R = 0.02\Omega$이다.
구해야 할 값: 선간 전압강하 ΔV이다.
주의할 조건: 평형 3상 3선식이며 리액턴스를 무시하므로 저항 성분만 반영한다.

사용할 공식

평형 3상의 유효전력과 저항만 고려한 선간 전압강하는 각각 다음과 같다.

$P = \sqrt{3}VI\cos\phi$

$\Delta V = \sqrt{3}IR\cos\phi$

첫째 식으로 선전류 I를 구해 둘째 식에 대입한다. 두 식을 결합하면 $\sqrt{3}$, I, $\cos\phi$가 소거되어 $\Delta V = PR/V$가 된다.

계산 과정

1. 선전류를 구한다.

$I = \frac{P}{\sqrt{3}V\cos\phi} = \frac{50{,}000}{\sqrt{3} \times 200 \times 0.8} \approx 180.4A$

2. 선간 전압강하를 구한다.

$\Delta V = \sqrt{3} \times 180.4 \times 0.02 \times 0.8 \approx 5V$

또는 결합식으로 계산하면 다음과 같다.

$\Delta V = \frac{PR}{V} = \frac{50{,}000 \times 0.02}{200} = 5V$

NoteBase

선지 판단

① X — $3V$는 계산 결과 $5V$와 다르다. 올바르게는 전압강하가 약 $5V$이다.
② X — $4V$는 $\Delta V = PR/V$에 주어진 값을 대입한 결과와 다르다. 올바르게는 약 $5V$이다.
③ O — $\Delta V = (50{,}000 \times 0.02)/200 = 5V$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $9V$는 평형 3상 전압강하식으로 구한 값이 아니다. 올바르게는 약 $5V$이다.

오답 포인트

전력의 $50kW$를 $50{,}000W$로 환산해야 한다. 또한 3상 전력식과 3상 전압강하식에 공통으로 들어가는 $\sqrt{3}$과 역률을 중복 적용하거나 한쪽에서만 누락하면 오답이 된다. 두 식을 결합한 $\Delta V = PR/V$를 사용하면 이 함정을 줄일 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형 3상에서 리액턴스를 무시하고 유효전력 P, 선간전압 V, 선로저항 R이 주어지면 $P = \sqrt{3}VI\cos\phi$와 $\Delta V = \sqrt{3}IR\cos\phi$를 결합해 $\Delta V = PR/V$로 계산한다. 마지막에는 전력과 저항의 단위를 확인한다.

암기 포인트

평형 3상 · 리액턴스 무시 · 유효전력 제시 조건에서는 $\Delta V = PR/V$이다.

NoteBase