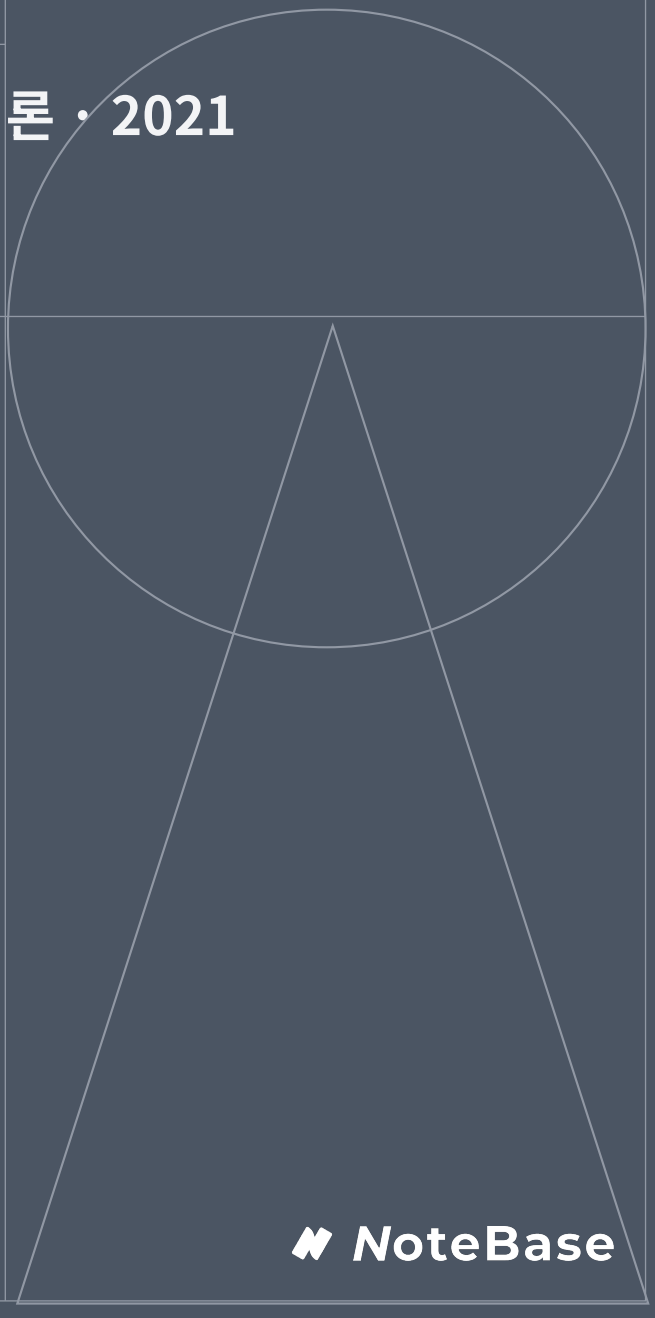
기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 전기이론 · 2021



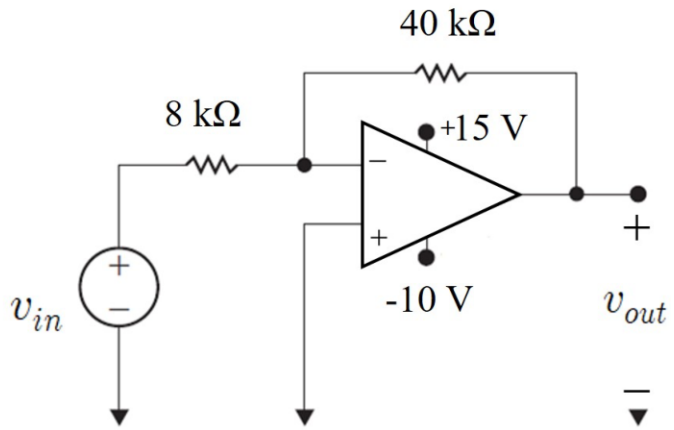
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 전기이론 · 2021

공무원/국회직/9급 · 전기이론 · 2021

1. 그림의 이상적인 OP Amp에서 증폭기의 출력 v_{out}이 포화(saturation)되지 않는 입력 $v_{in}\,[V]$의 범위는?



① $-\frac{1}{3} \le v_{in} \le \frac{1}{2}$

② $-\frac{1}{2} \le v_{in} \le \frac{1}{3}$

③ $-2 \le v_{in} \le 3$

④ $2 \le v_{in} \le 3$

⑤ $-3 \le v_{in} \le 2$

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 반전 증폭기의 폐루프 전압 이득과 비대칭 전원 전압을 이용해 출력이 포화되지 않는 입력 전압의 범위를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값: 입력 저항은 $R_{in} = 8k\Omega$, 궤환 저항은 $R_f = 40k\Omega$이다.
구해야 할 값: 출력 v_{out}이 포화되지 않는 입력 v_{in}의 범위이다.
주의할 조건: 비반전 입력이 접지된 반전 증폭기이며, 출력 범위는 전원 전압에 의해 -10 V≤ v_out≤15 V로 제한된다.

사용할 공식

이상적인 반전 증폭기의 출력은
$v_{out} = -\frac{R_f}{R_{in}} v_{in}$
이다. 비반전 입력이 접지되어 있고 출력에서 반전 입력으로 음의 궤환이 걸려 있으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 폐루프 전압 이득은
$A_v = -\frac{40k\Omega}{8k\Omega} = -5$
이다. 따라서 $v_{out} = -5v_{in}$이다.
2. 출력이 포화되지 않는 조건을 대입하면
-10 V≤-5v_in≤15 V
이다.
3. 세 항을 -5로 나누면 부등호 방향이 모두 바뀌므로
$2V \geq v_{in} \geq -3V$
이다. 이를 작은 값부터 쓰면
-3 V≤ v_in≤2 V
이다.

선지 판단

① X — $-\frac{1}{3}V \leq v_{in} \leq \frac{1}{2}V$는 전체 비포화 입력 범위가 아니다. 저항비를 뒤집거나 전원 전압을 잘못 처리한 범위이며, 올바르게는 -3 V≤ v_in≤2 V이다.
② X — $-\frac{1}{2}V \leq v_{in} \leq \frac{1}{3}V$는 전체 비포화 입력 범위가 아니다. 이득의 크기는 $R_f/R_{in} = 5$이지 $R_{in}/R_f = 1/5$이 아니며, 올바르게는 -3 V≤ v_in≤2 V이다.
③ X — -2 V≤ v_in≤3 V는 반전 증폭기의 음의 부호를 누락한 결과이다. $v_{out} = -5v_{in}$이므로 출력의 상한 $15V$는 입력의 하한 $-3V$에, 출력의 하한 $-10V$는 입력의 상한 $2V$에 대응한다. 올바르게는 -3 V≤ v_in≤2 V이다.
④ X — 2 V≤ v_in≤3 V는 입력의 음수 범위를 빠뜨렸고, $v_{in} = 3V$이면 $v_{out} = -15V$가 되어 음의 전원 한계 $-10V$를 벗어난다. 올바르게는 -3 V≤ v_in≤2 V이다.
⑤ O — -3 V≤ v_in≤2 V를 $v_{out} = -5v_{in}$에 대입하면 -10 V≤ v_out≤15 V가 되어 주어진 출력 한계 안에 있다.

NoteBase

오답 포인트

핵심 함정은 반전 증폭기의 음의 부호이다. 출력 범위를 이득 -5로 나눌 때 부등호 방향이 바뀌므로, 양의 출력 한계 $15V$는 음의 입력 한계 $-3V$에 대응하고 음의 출력 한계 $-10V$는 양의 입력 한계 $2V$에 대응한다. 이 부호를 빠뜨리면 ③처럼 -2 V≤ v_in≤3 V로 잘못 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반전 증폭기에서는 먼저 $A_v = -R_f/R_{in}$을 구하고, 전원 전압으로 정해지는 출력 범위를 $v_{out} = A_v v_{in}$에 대입한다. 음의 이득으로 부등식을 나눌 때 부등호가 뒤집히는지를 확인한 뒤 입력 범위를 작은 값부터 정리한다.

암기 포인트

반전 증폭기는 $v_{out} = -(R_f/R_{in})v_{in}$이며, 음의 이득 때문에 양의 출력 한계는 음의 입력 한계에 대응한다.

NoteBase

2. 자유공간과 특정 매질간의 비투자율이 1, 비유전율이 100일 때, 자유공간과 그 특정 매질에서 각각의 파장 $[m]$은? (단, 주파수는 $300\ [MHz]$이다)

	자유공간	매질
①	0.5	0.1
②	1	0.1
③	1	0.2
④	1.5	0.1
⑤	1.5	0.2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 비투자율과 비유전율에 따른 전파 속도의 변화를 반영하여 자유공간과 매질에서의 파장을 구하는 문제이다.

조건 정리

주파수: $f = 300MHz = 3 \times 10^8 Hz$
자유공간: $\mu_r = 1, \varepsilon_r = 1$
특정 매질: $\mu_r = 1, \varepsilon_r = 100$
구해야 할 값: 자유공간과 특정 매질에서의 파장 λ이다.

사용할 공식

매질에서의 전파 속도와 파장은 다음과 같다.
$v = \frac{c}{\sqrt{\mu_r \varepsilon_r}}, \qquad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{c}{f\sqrt{\mu_r \varepsilon_r}}$
비투자율과 비유전율이 주어졌으므로 이 공식을 이용하면 매질에 따른 전파 속도와 파장의 변화를 함께 반영할 수 있다.

계산 과정

1. 자유공간에서는 $\mu_r = \varepsilon_r = 1$이므로
$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{(3 \times 10^8)\sqrt{1 \times 1}} = 1m$
2. 특정 매질에서는 $\sqrt{\mu_r \varepsilon_r} = \sqrt{1 \times 100} = 10$이므로
$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{(3 \times 10^8) \times 10} = 0.1m$
따라서 자유공간의 파장은 $1m$, 특정 매질의 파장은 $0.1m$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 특정 매질의 $0.1m$는 맞지만 자유공간의 $0.5m$가 틀렸다. 자유공간은 $1m$로 고쳐야 한다.
② O — 자유공간 $1m$, 특정 매질 $0.1m$로 두 값이 모두 계산 결과와 일치한다.
③ X — 자유공간의 $1m$는 맞지만 특정 매질의 $0.2m$가 틀렸다. 특정 매질은 $0.1m$로 고쳐야 한다.
④ X — 특정 매질의 $0.1m$는 맞지만 자유공간의 $1.5m$가 틀렸다. 자유공간은 $1m$로 고쳐야 한다.
⑤ X — 자유공간의 $1.5m$와 특정 매질의 $0.2m$가 모두 틀렸다. 각각 $1m$, $0.1m$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

비유전율 100을 파장 공식의 분모에 그대로 넣는 것이 아니라 $\sqrt{\mu_r \varepsilon_r} = 10$을 넣어야 한다. 또한 주파수가 동일할 때 파장은 전파 속도에 비례하므로, 이 매질의 파장은 자유공간 파장의 1/10이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

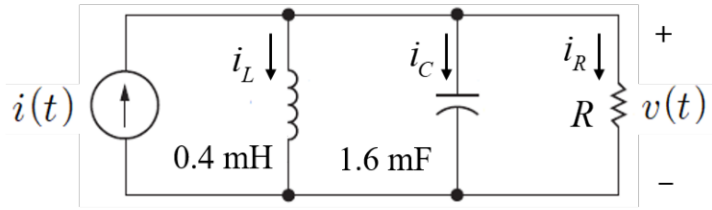
먼저 주파수를 Hz로 환산하고, $\lambda = c/(f\sqrt{\mu_r \varepsilon_r})$에 비투자율과 비유전율을 대입한 뒤 단위와 매질 간 파장 비를 함께 검산한다.

암기 포인트

같은 주파수에서 파장은 $\sqrt{\mu_r \varepsilon_r}$에 반비례한다. $\mu_r \varepsilon_r = 100$이면 파장은 자유공간의 1/10이다.

NoteBase

3. 그림의 회로에서 $\omega = 2{,}500\ [rad/s]$ 이며, 전압 $v(t)$의 페이저는 $V_m \angle 0^\circ\ [V]$ 일 때, 저항에 흐르는 전류 i_R이 전류원 $i(t)$와 위상이 지상 45°가 되는 저항 $R\ [\Omega]$은?



① $\frac{1}{3}$

② $\frac{1}{2}$

③ $\frac{1}{\sqrt{2}}$

④ 2

⑤ 3

정답 1번

출제 포인트

병렬 RLC 회로의 합성 어드미턴스를 구하고, 전원전류와 저항전류 사이의 위상차 조건으로 저항 R을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $\omega = 2{,}500 rad/s, L = 0.4mH = 0.0004H, C = 1.6mF = 0.0016F$이다.
구해야 할 값: 저항전류 i_R가 전원전류 $i(t)$보다 45° 지상이 되게 하는 R이다.
주의할 조건: 저항전류는 전압과 동상이므로, 전원전류가 전압 및 저항전류보다 45° 앞서야 한다.

사용할 공식

병렬회로의 합성 어드미턴스는
$Y = \frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)$
이고, 전원전류는 $I = VY$이다. 전압의 위상이 0°이고 저항전류 $I_R = V/R$도 전압과 동상이므로, 합성 어드미턴스의 위상이 곧 전원전류가 저항전류보다 앞서는 위상각이 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 인덕터와 커패시터의 서셉턴스를 계산한다.

$\omega C = 2{,}500 \times 0.0016 = 4S, \qquad \frac{1}{\omega L} = \frac{1}{2{,}500 \times 0.0004} = 1S$

2. 합성 어드미턴스는 다음과 같다.

$Y = \frac{1}{R} + j(4 - 1) = \frac{1}{R} + j3$

3. 전원전류가 저항전류보다 45° 앞서므로 다음 위상 조건을 적용한다.

$\tan 45^\circ = \frac{3}{1/R} = 3R$

4. 따라서 $3R = 1$이므로

$R = \frac{1}{3}\Omega$

이다.

선지 판단

① O — $R = \frac{1}{3}\Omega$이면 $\tan\theta = 3R = 1$이므로 $\theta = 45^\circ$가 되어 조건을 만족한다.

② X — $R = \frac{1}{2}\Omega$이면 $\theta = \tan^{-1}(1.5) \approx 56.3^\circ$이므로 45°가 아니다. 올바른 값은 $R = \frac{1}{3}\Omega$이다.

③ X — $R = \frac{1}{\sqrt{2}}\Omega$이면 $\theta = \tan^{-1}(3/\sqrt{2}) \approx 64.8^\circ$이므로 조건을 만족하지 않는다. 올바른 값은 $R = \frac{1}{3}\Omega$이다.

④ X — $R = 2\Omega$이면 $\theta = \tan^{-1}(6) \approx 80.5^\circ$이므로 조건을 만족하지 않는다. 올바른 값은 $R = \frac{1}{3}\Omega$이다.

⑤ X — $R = 3\Omega$이면 $\theta = \tan^{-1}(9) \approx 83.7^\circ$이므로 조건을 만족하지 않는다. 올바른 값은 $R = \frac{1}{3}\Omega$이다.

오답 포인트

인덕터와 커패시터의 서셉턴스를 더하는 것이 아니라 부호를 반대로 두어 $\omega C - 1/(\omega L) = 3S$로 계산해야 한다. 또한 '저항전류가 전원전류보다 45° 지상'은 전원전류가 저항전류보다 45° 앞선다는 뜻이다.

다시 나오면 이렇게 판단

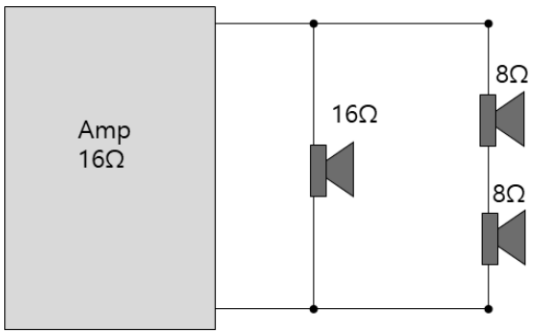
병렬 RLC 위상 문제에서는 먼저 $Y = G + jB$를 만든 뒤 $\tan\theta = B/G$를 적용한다. 이 회로에서는 $G = 1/R$, $B = \omega C - 1/(\omega L)$이며, 저항전류는 전압과 동상이라는 점으로 위상 기준을 정한다.

암기 포인트

병렬 RLC에서는 $Y = \frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)$, 위상각은 $\tan\theta = B/G$이다.

NoteBase

4. 다음은 출력임피던스가 16 [Ω]인 앰프의 스피커 결선이다. 16 [Ω]인 스피커 1개만을 연결할 때와 그림과 같이 8 [Ω]의 스피커 2개를 직렬로 추가 연결할 때, 스피커 합성 임피던스 [Ω]와 이때 나타나는 현상은?



① 8 [Ω], 전체 음량이 작아진다.
② 8 [Ω], 전체 음량이 커진다.
③ 16 [Ω], 전체 음량이 작아진다.
④ 16 [Ω], 전체 음량이 커진다.
⑤ 16 [Ω], 음량의 변화는 없다.

정답 1번

출제 포인트

직렬·병렬 결선으로 스피커의 합성 임피던스를 구하고, 앰프의 출력 임피던스와 부하 임피던스의 정합 여부에 따라 전달 전력이 어떻게 변하는지를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 앰프의 출력 임피던스는 16Ω이고, 기존 스피커의 임피던스도 16Ω이다.
추가 결선: 8Ω 스피커 2개를 직렬로 연결한 가지를 기존 16Ω 스피커와 병렬로 연결한다.
구해야 할 값: 전체 스피커의 합성 임피던스와 음량의 변화이다.
주의할 조건: 스피커 2개끼리는 직렬이지만, 그 직렬 가지와 기존 스피커는 병렬이다.

사용할 공식

직렬 합성 임피던스는 $Z_s = Z_1 + Z_2$이다.
병렬 합성 임피던스는 $Z_L = \frac{Z_a Z_b}{Z_a + Z_b}$이다.
출력 임피던스 Z_o를 갖는 앰프의 등가 전압을 V_s라 하면 부하 전달 전력은 $P_L = \frac{V_s^2 Z_L}{(Z_o + Z_L)^2}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 그림의 결선은 직렬 가지와 병렬 가지가 함께 있고, 음량 변화는 앰프에서 스피커 부하로 전달되는 전체 전력의 변화를 비교해야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 추가한 두 스피커의 직렬 임피던스는 $8\Omega + 8\Omega = 16\Omega$이다.
2. 이 직렬 가지와 기존 16Ω 스피커가 병렬이므로 $Z_L = \frac{16 \times 16}{16 + 16} = 8\Omega$이다.
3. 처음에는 $Z_o = Z_L = 16\Omega$로 임피던스가 정합되어 전달 전력이 최대이다. 처음의 전달 전력은 $P_{16} = V_s^2/64$, 추가 결선 후의 전달 전력은 $P_8 = V_s^2/72$이다. 따라서 추가 결선 후 전체 전달 전력이 감소하므로 전체 음량이 작아진다.

선지 판단

① O — 합성 임피던스는 8Ω이고, 16Ω의 앰프 출력 임피던스와 정합되지 않아 전체 전달 전력이 감소하므로 음량이 작아진다.
② X — 합성 임피던스 8Ω는 맞지만 '전체 음량이 커진다'가 틀리다. 올바르게는 전체 음량이 작아진다.
③ X — '합성 임피던스가 16Ω'라는 부분이 틀리다. 올바르게는 두 16Ω 가지의 병렬 합성값인 8Ω이며, 전체 음량은 작아진다.
④ X — 합성 임피던스와 음량 변화가 모두 틀리다. 올바르게는 합성 임피던스가 8Ω이고 전체 음량은 작아진다.
⑤ X — '합성 임피던스가 16Ω'와 '음량의 변화는 없다'가 모두 틀리다. 올바르게는 합성 임피던스가 8Ω이고 임피던스 정합이 깨져 전체 음량이 작아진다.

오답 포인트

추가한 8Ω 스피커 2개만 보면 직렬 합성값은 16Ω이지만, 이 가지가 기존 16Ω 스피커와 다시 병렬로 연결된다는 점을 놓치기 쉽다. 또한 부하 임피던스가 작아지면 무조건 전체 전력이 증가한다고 판단하면 안 된다. 이 문제에서는 앰프의 출력 임피던스까지 포함해 비교하며, 처음의 16Ω 정합 상태에서 부하가 8Ω으로 바뀌면 전체 전달 전력이 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

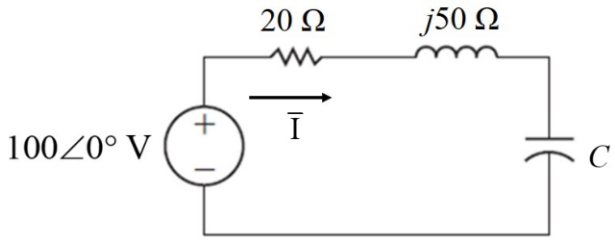
먼저 각 스피커 가지의 직렬 합성값을 구하고, 가지 사이의 병렬 합성값을 계산한다. 그다음 부하 임피던스를 앰프의 출력 임피던스와 비교한다. 두 값이 같으면 최대 전력이 전달되며, 정합 상태에서 벗어나면 전달 전력이 감소한다.

암기 포인트

직렬은 더하고 병렬은 작아진다. 최대 전력 전달 조건은 $Z_L = Z_o$이다.

NoteBase

5. 그림의 *RLC* 직렬 공진회로에서 공진주파수가 $5\,[kHz]$로 주어질 때, 다음 회로를 통해 구한 파라미터 결과로 옳지 않은 것은?



① 전류 : $5\angle 0^\circ\,[A]$
② 커패시터 전압 : $250\angle -90^\circ\,[V]$
③ 양호도(Q) : 2
④ 대역폭 : $2\,[kHz]$
⑤ 반전력 주파수에서의 전력 : $250\,[W]$

정답 3번

출제 포인트

RLC 직렬회로의 공진 조건을 이용하여 전류, 커패시터 전압, 양호도, 대역폭, 반전력 주파수에서의 전력을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R = 20\Omega$, $X_L = 50\Omega$, $V = 100\angle 0^\circ V$, $f_0 = 5kHz$이다.
공진 조건: $X_L = X_C$이므로 전체 임피던스는 $Z = R = 20\Omega$이다.
구해야 할 값: 공진 전류, 커패시터 전압, 양호도 Q, 대역폭, 반전력 주파수에서의 전력이다.

사용할 공식

공진 전류는 $I = V/R$, 커패시터 전압은 $V_C = I(-jX_C)$, 양호도는 $Q = X_L/R$, 대역폭은 $BW = f_0/Q$이다. 공진 시 유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스가 상쇄되어 회로가 순저항이 되므로 이 공식들을 사용한다. 반전력 주파수에서의 전력은 공진 시 최대전력의 절반이다.

NoteBase

계산 과정

1. 공진 전류는 $I = 100\angle 0^\circ/20 = 5\angle 0^\circ A$이다.
2. 공진 시 $X_C = X_L = 50\Omega$이므로 $V_C = 5\angle 0^\circ \times 50\angle -90^\circ = 250\angle -90^\circ V$이다.
3. 양호도는 $Q = X_L/R = 50/20 = 2.5$이다.
4. 대역폭은 $BW = f_0/Q = 5kHz/2.5 = 2kHz$이다.
5. 공진 시 최대전력은 $P_0 = I^2R = 5^2 \times 20 = 500W$이므로 반전력 주파수에서의 전력은 $P_0/2 = 250W$이다.

선지 판단

① O — 공진 시 임피던스가 20Ω인 순저항이므로 전류는 $5\angle 0^\circ A$이다.
② O — 커패시터 전압은 전류보다 위상이 90° 늦고 크기는 $5 \times 50 = 250V$이므로 $250\angle -90^\circ V$이다.
③ X — '양호도 $Q = 2$'가 틀렸다. 올바르게는 $Q = X_L/R = 50/20 = 2.5$이다.
④ O — 대역폭은 $BW = f_0/Q = 5/2.5 = 2kHz$이다.
⑤ O — 공진 시 전력은 $500W$이고 반전력 주파수에서는 그 절반인 $250W$이다.

오답 포인트

③에서 50/20을 잘못 계산하거나 대역폭 $2kHz$와 양호도 2.5를 혼동하기 쉽다. 또한 ⑤의 $250W$는 공진 시 전력이 아니라 반전력 주파수에서의 전력이라는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬공진에서는 먼저 $X_L = X_C$와 $Z = R$을 적용해 전류를 구하고, 이어서 $Q = X_L/R$, $BW = f_0/Q$, 반전력은 최대전력의 절반이라는 순서로 판단한다.

암기 포인트

직렬공진의 핵심 관계는 $Z = R$, $Q = X_L/R$, $BW = f_0/Q$, $P_{half} = P_{max}/2$이다.

NoteBase

6. 평형 3상 Y-Y 결선회로에서 선간전압 $\overline{V}_{ab}$는 $80\sqrt{3}\angle -60^\circ\ [V_{rms}]$ 이며, 한 상의 선로 임피던스는 $1+j3\ [\Omega]$, 상부하 임피던스는 $39+j37\ [\Omega]$이다. 이 때, b상에 흐르는 선전류 $[A_{rms}]$는?

① $\sqrt{2}\angle -135^\circ$
② $\sqrt{2}\angle -15^\circ$
③ $\sqrt{2}\angle 105^\circ$
④ $\sqrt{3}\angle -135^\circ$
⑤ $\sqrt{3}\angle 105^\circ$

정답 3번

출제 포인트

평형 Y-Y 결선에서 선간전압을 상전압으로 바꾸고, 선로 임피던스와 부하 임피던스를 더한 상별 합성 임피던스로 나누어 b상 선전류의 크기와 위상을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 선간전압: V_ab=80√(3) -60^ [V_rms]
상당 선로 임피던스: $Z_\ell = 1 + j3[\Omega]$
상부하 임피던스: $Z_L = 39 + j37[\Omega]$
구해야 할 값: b상 선전류 I_b
주의할 조건: 평형 Y-Y 결선에서는 선전류와 상전류가 같으며, 전원 상전압에는 선로 임피던스와 부하 임피던스가 직렬로 연결된다.

사용할 공식

정상분 상순에서 선간전압과 상전압의 관계는 V_ab=√(3) V_an 30^이다. 따라서 V_an=(V_ab)/(√(3))(-30^)이고, V_bn= V_an(-120^)이다.
상별 합성 임피던스는 $Z_{tot} = Z_\ell + Z_L$이며, Y결선의 b상 선전류는 옴의 법칙에 따라 I_b= V_bnZ_tot이다. 각 상이 대칭이고 상별 회로가 서로 독립인 평형 Y-Y 회로이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. a상 상전압을 구하면 V_an=80(-60^-30^)=80 -90^ [V_rms]이다.
2. b상은 a상보다 120° 늦으므로 V_bn=80(-90^-120^)=80150^ [V_rms]이다.
3. 상별 합성 임피던스는 $Z_{tot} = (1 + j3) + (39 + j37) = 40 + j40 = 40\sqrt{2}\angle 45^\circ\ [\Omega]$이다.
4. 따라서 I_b=(80150^)/(40√(2)45^)=√(2)105^ [A_rms] 이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $\sqrt{2}\angle -135^\circ\,[A_{rms}]$는 a상 전류 I_a의 값이다. b상 전류로 고치면 $\sqrt{2}\angle 105^\circ\,[A_{rms}]$이다.
② X — $\sqrt{2}\angle -15^\circ\,[A_{rms}]$는 c상 전류 I_c의 값이다. b상 전류로 고치면 $\sqrt{2}\angle 105^\circ\,[A_{rms}]$이다.
③ O — 계산한 b상 선전류 $\sqrt{2}\angle 105^\circ\,[A_{rms}]$와 크기와 위상이 모두 일치한다.
④ X — 크기 $\sqrt{3}$과 위상 -135°가 모두 틀리다. 올바른 값은 $\sqrt{2}\angle 105^\circ\,[A_{rms}]$이다.
⑤ X — 위상 105°는 맞지만 크기 $\sqrt{3}$이 틀리다. Y결선에서는 선전류가 상전류와 같으므로 올바른 크기는 $\sqrt{2}$이고, 전체 값은 $\sqrt{2}\angle 105^\circ\,[A_{rms}]$이다.

오답 포인트

①과 ②는 각각 a상 전류와 c상 전류를 고르게 만든 함정이다. 선간전압 V_ab에서 먼저 30°를 빼 a상 전압을 구한 뒤, 다시 120°를 빼 b상 전압을 구해야 한다. 또한 Y결선에서는 선전류와 상전류가 같으므로 전류 크기에 $\sqrt{3}$을 곱하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

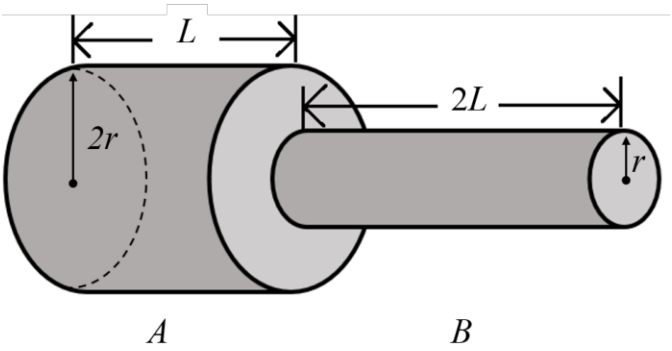
평형 Y-Y 회로의 상전류는 선간전압을 해당 상전압으로 변환하고, 선로 임피던스와 부하 임피던스를 직렬 합산한 뒤 옴의 법칙을 적용하여 판단한다. 요구한 상이 b상인지 확인하고, 상순에 따른 120° 위상 이동을 반영한다.

암기 포인트

Y결선은 $V_{\text{line}} = \sqrt{3}V_{\text{phase}}\angle 30^\circ$, $I_{\text{line}} = I_{\text{phase}}$이고, 정상분 상순은 $a \to b \to c$로 갈 때마다 위상이 120°씩 늦어진다.

NoteBase

7. 길이가 $L\,[m]$이고 반지름이 $r\,[m]$인 특정 재질의 도선의 저항을 $R\,[\Omega]$이라고 하자. 이때 그림과 같이 같은 재질이면서 길이가 $L\,[m]$이고 반지름의 길이가 $2r\,[m]$인 도선 A와 길이가 $2L\,[m]$이고 반지름의 길이가 $r\,[m]$인 도선 B를 직렬로 연결하였을 때 합성저항 $[\Omega]$의 크기는?



① $2\,R$

② $\frac{9}{4}R$

③ $\frac{5}{2}R$

④ $3\,R$

⑤ $\frac{7}{2}R$

정답 2번

출제 포인트

도선의 저항이 길이에 비례하고 단면적, 즉 반지름의 제곱에 반비례한다는 관계를 이용하여 직렬 합성저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

기준 도선: 길이 L, 반지름 r, 저항 R이다.
도선 A: 길이 L, 반지름 $2r$이다.
도선 B: 길이 $2L$, 반지름 r이다.
두 도선은 직렬로 연결되므로 각각의 저항을 더한다.

NoteBase

사용할 공식

도선의 저항은
$R = \rho\frac{L}{S} = \rho\frac{L}{\pi r^2}$
이다. 같은 재질이므로 저항률 ρ는 같고, 저항은 길이 L에 비례하며 반지름 r의 제곱에 반비례한다. 직렬 합성저항은 $R_s = R_A + R_B$이다.

계산 과정

1. 도선 A는 반지름이 r에서 $2r$로 2배가 되어 단면적이 4배가 된다. 길이는 같으므로
$R_A = R \times \frac{1}{2^2} = \frac{R}{4}$
이다.
2. 도선 B는 반지름이 같고 길이가 L에서 $2L$로 2배가 되므로
$R_B = 2R$
이다.
3. 직렬 합성저항은
$R_s = R_A + R_B = \frac{R}{4} + 2R = \frac{9}{4}R$
이다.

선지 판단

① X — $2R$은 도선 B의 저항만 계산하고 도선 A의 $R/4$을 더하지 않은 값이다. 올바른 합성저항은 $9R/4$이다.
② O — 두 도선의 저항 $R/4$과 $2R$을 직렬로 더하면 $9R/4$이 된다.
③ X — $5R/2$은 계산 결과와 일치하지 않는다. 도선 A의 반지름이 2배이면 저항은 $R/2$가 아니라 $R/4$이므로, 올바른 합성저항은 $9R/4$이다.
④ X — $3R$은 반지름 변화에 따른 단면적 변화를 반영하지 않은 값이다. 도선 A의 저항은 R이 아니라 $R/4$이므로, 올바른 합성저항은 $9R/4$이다.
⑤ X — $7R/2$은 계산 결과와 일치하지 않는다. 도선 A의 저항은 $R/4$, 도선 B의 저항은 $2R$이므로, 올바른 합성저항은 $9R/4$이다.

오답 포인트

반지름이 2배가 되면 저항이 단순히 절반이 되는 것이 아니다. 단면적이 πr^2에 비례하므로 단면적은 4배, 저항은 1/4배가 된다. 또한 직렬 연결에서는 두 저항을 반드시 더해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 재질의 도선은 먼저 $R \propto L/r^2$로 각 도선의 저항비를 구한 뒤, 직렬이면 더하고 병렬이면 역수의 합을 적용한다.

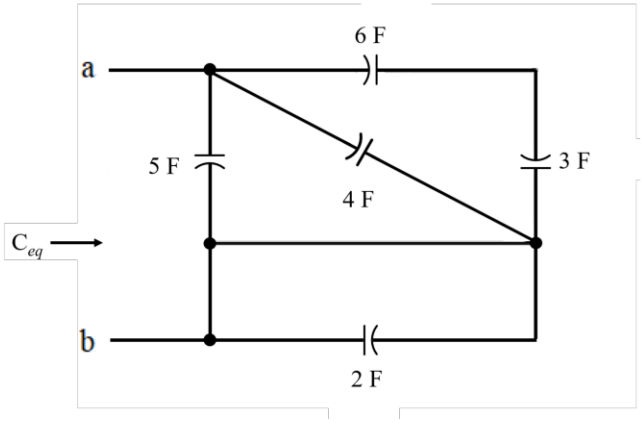
NoteBase

암기 포인트

도선 저항은 길이에 비례하고 반지름의 제곱에 반비례한다: $R \propto L/r^2$.

NoteBase

8. 그림의 회로에서 a-b 간의 합성 정전 용량 $C_{eq}\,[F]$는?



① 4.5
② 6.5
③ 11
④ 13
⑤ 15

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 도선으로 직접 연결된 점을 같은 절점으로 묶은 뒤, 직렬·병렬 연결을 구분하여 a-b 간 합성 정전 용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 5*F*, 4*F*, 2*F*, 6*F*, 3*F*의 정전 용량이다.
구해야 할 값: a-b 간 합성 정전 용량 C_{eq}이다.
주의할 조건: 가운데 수평 도선 때문에 왼쪽 중간점, b, 오른쪽 중간점과 오른쪽 아래점은 모두 같은 절점이다.
따라서 2*F* 커패시터는 양단이 같은 절점에 연결되어 전압이 0이므로 합성 용량에 기여하지 않는다.

사용할 공식

직렬 연결: $C_s = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$
병렬 연결: $C_p = C_1 + C_2 + \cdots$
6*F*와 3*F*에는 두 소자 사이의 접속점에 다른 가지가 없으므로 직렬 공식을 적용한다. 이 직렬 가지와 5*F*, 4*F*는 모두 a와 b 사이에 연결되므로 병렬 공식을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. $6F$와 $3F$의 직렬 합성 용량을 구한다.
$C_s = \frac{6 \times 3}{6+3} = 2F$
2. 양단이 같은 b 절점에 연결된 $2F$는 제외한다.
3. a-b 사이의 세 병렬 가지를 합한다.
$C_{eq} = 5 + 4 + 2 = 11F$

선지 판단

① X — $4.5F$는 세 병렬 가지를 모두 합한 값이 아니다. 올바른 합성 정전 용량은 $11F$이다.
② X — $6.5F$는 $6F$와 $3F$의 직렬 합성값 $2F$를 반영하여 병렬 합산한 결과가 아니다. 올바른 값은 $11F$이다.
③ O — $5F + 4F + 2F = 11F$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $13F$는 양단이 같은 절점에 연결된 $2F$까지 더한 값이다. 이 커패시터는 제외해야 하므로 올바른 값은 $11F$이다.
⑤ X — $15F$는 $6F$와 $3F$를 직렬이 아닌 병렬처럼 더한 값이다. 두 커패시터의 직렬 합성값은 $2F$이므로 올바른 값은 $11F$이다.

오답 포인트

가운데 수평 도선을 놓치면 $2F$가 회로에 기여한다고 오인하기 쉽다. 또한 $6F$와 $3F$를 단순히 더하면 $15F$가 나오지만, 두 소자는 직렬이므로 $2F$로 합성해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 도선으로 이어진 점을 같은 절점으로 표시한다. 양단이 같은 절점인 커패시터는 제외하고, 중간 접속점에 다른 가지가 없는 커패시터끼리는 직렬로 합성한 뒤 같은 두 절점 사이의 가지들을 병렬로 더한다.

암기 포인트

같은 절점 양단의 커패시터는 전압이 0이어서 제외하고, 직렬 용량은 작아지며 병렬 용량은 그대로 더한다.

NoteBase

9. $F(s)=\dfrac{1}{(s+1)^2(s+2)}$의 라플라스 역변환에 대응되는 시간함수 $f(t)$는?

① $f(t)=e^{-t}+te^{-t}+e^{-2t}$

② $f(t)=e^{-t}-te^{-t}-e^{-2t}$

③ $f(t)=-e^{-t}+e^{-2t}$

④ $f(t)=-e^{-t}+te^{-t}+e^{-2t}$

⑤ $f(t)=-e^{t}+te^{t}+e^{2t}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 중근 $s=-1$을 포함한 유리함수를 부분분수로 전개한 뒤 각 항의 라플라스 역변환을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 함수는 $F(s)=\frac{1}{(s+1)^2(s+2)}$이다. 분모에 일차인수 $s+1$의 중근이 있으므로 $\frac{1}{s+1}$ 항과 $\frac{1}{(s+1)^2}$ 항을 모두 두어야 한다. 구해야 할 값은 $F(s)$에 대응하는 시간함수 $f(t)$이다.

사용할 공식

부분분수 전개는 다음과 같이 둔다.
$\frac{1}{(s+1)^2(s+2)}=\frac{A}{s+1}+\frac{B}{(s+1)^2}+\frac{C}{s+2}$
역변환 공식은 $\mathcal{L}^{-1}\{1/(s+a)\}=e^{-at}$, $\mathcal{L}^{-1}\{1/(s+a)^2\}=te^{-at}$이다. 분모가 서로 다른 일차인수와 중근으로 이루어져 있으므로 부분분수로 나눈 뒤 항별로 역변환한다.

계산 과정

양변에 $(s+1)^2(s+2)$를 곱하면
$1=A(s+1)(s+2)+B(s+2)+C(s+1)^2$
이다. $s=-1$을 대입하면 $B=1$, $s=-2$를 대입하면 $C=1$이다. 계수를 비교하거나 임의의 값을 대입하면 $A=-1$이므로
$F(s)=-\frac{1}{s+1}+\frac{1}{(s+1)^2}+\frac{1}{s+2}$
이다. 따라서
$f(t)=-e^{-t}+te^{-t}+e^{-2t}$
가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — e^{-t} 항의 부호가 양수인 점이 틀렸다. 올바르게는 $-e^{-t}+te^{-t}+e^{-2t}$이다.
② X — 세 항의 계수 부호가 모두 부분분수 계수와 반대이다. 올바르게는 $e^{-t}-te^{-t}-e^{-2t}$가 아니라 $-e^{-t}+te^{-t}+e^{-2t}$이다.
③ X — 중근 $(s+1)^2$에서 나오는 te^{-t} 항이 빠졌다. 올바르게는 $-e^{-t}+te^{-t}+e^{-2t}$이다.
④ O — 부분분수 계수 $A=-1, B=1, C=1$을 각각 역변환한 $-e^{-t}+te^{-t}+e^{-2t}$와 정확히 일치한다.
⑤ X — 분모가 $s+1, s+2$이므로 시간함수의 지수는 양의 지수가 아니라 음의 지수이다. 올바르게는 $-e^{-t}+te^{-t}+e^{-2t}$이다.
계산 결과가 ④와 일치하므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

핵심 함정은 중근 $(s+1)^2$을 단순히 e^{-t}로만 처리하는 것이다. $1/(s+1)^2$의 역변환에는 반드시 t가 붙어 te^{-t}가 된다. 또한 $s+a$는 e^{at}가 아니라 e^{-at}에 대응하고, 각 항의 부호는 부분분수 계수로 결정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

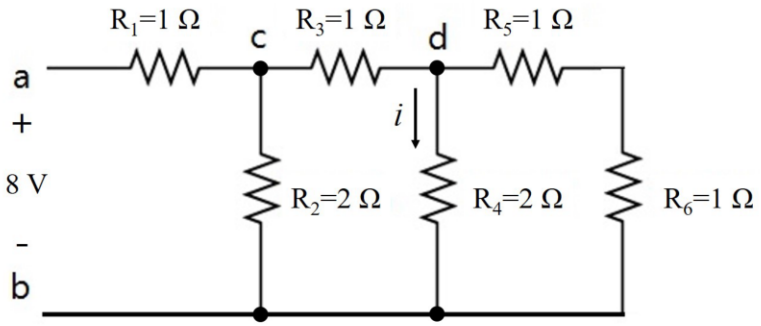
유리함수의 역라플라스 문제는 분모 인수 확인 → 중근을 빠뜨리지 않은 부분분수 설정 → 계수 계산 → 항별 역변환 → 부호와 t의 유무 검산 순서로 판단한다.

암기 포인트

$1/(s+a)$는 e^{-at}, $1/(s+a)^2$는 te^{-at}이다. 중근의 차수가 2이면 시간영역에 t가 한 번 붙는다.

NoteBase

10. 그림의 회로에서 a-b 간에 $8\,[V]$의 직류전압을 인가할 때, 저항R_4에서의 전류 $i\,[A]$는?



① 1
② 1.5
③ 2
④ 2.5
⑤ 4

정답 1번

출제 포인트

직렬·병렬 합성으로 사다리형 회로를 오른쪽부터 등가화한 뒤, 전압 분배와 옴의 법칙을 이용해 R_4의 전류 i를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $V_{ab} = 8V$, $R_1 = R_3 = R_5 = R_6 = 1\Omega$, $R_2 = R_4 = 2\Omega$이다.
구해야 할 값: 위에서 아래로 흐르는 R_4의 전류 i이다.
주의할 조건: R_4는 전체 회로와 직렬이 아니며, d점에서 R_4 가지와 $R_5 + R_6$ 가지로 전류가 나뉜다.

사용할 공식

직렬 합성은 $R_s = R_a + R_b$, 병렬 합성은 $R_p = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b}$, 옴의 법칙은 $I = \frac{V}{R}$이다.
회로의 오른쪽 끝부터 직렬·병렬 관계가 차례로 확정되므로 이 공식들로 등가저항과 각 노드 전압을 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 오른쪽 가지에서 R_5와 R_6은 직렬이므로 $R_5 + R_6 = 1 + 1 = 2\Omega$이다.
2. 이 2Ω 가지는 $R_4 = 2\Omega$와 병렬이므로 d점에서 본 등가저항은 $2 \parallel 2 = 1\Omega$이다.
3. c점의 오른쪽 경로는 $R_3 + (2 \parallel 2) = 1 + 1 = 2\Omega$이고, 이는 $R_2 = 2\Omega$와 병렬이므로 c점에서 본 등가저항은 $2 \parallel 2 = 1\Omega$이다.
4. 전체 등가저항은 $R_1 + 1 = 2\Omega$이므로 전원 전류는 $8/2 = 4A$이다. 따라서 c점 전압은 $4A \times 1\Omega = 4V$이다.
5. c점에서 두 병렬 가지의 저항이 각각 2Ω로 같으므로 c점의 $4A$가 반씩 나뉘어 R_3 쪽으로 $2A$가 흐른다. d점에서도 R_4와 $R_5 + R_6$의 저항이 각각 2Ω로 같으므로 다시 반씩 나뉜다.
6. 따라서 R_4의 아래 방향 전류는 $i = 2/2 = 1A$이다.

선지 판단

① O — 계산 결과가 $1A$이므로 맞다.
② X — $1.5A$가 아니라 $1A$이다. d점에서 두 개의 같은 2Ω 가지로 전류가 절반씩 나뉜다.
③ X — $2A$가 아니라 $1A$이다. $2A$는 d점으로 들어오는 전류이며, R_4 전류는 여기서 다시 절반이 된다.
④ X — $2.5A$가 아니라 $1A$이다. R_4를 다른 저항과 단순 직렬로 볼 수 없다.
⑤ X — $4A$가 아니라 $1A$이다. $4A$는 R_1을 지나는 전체 전원 전류이며 c점과 d점에서 각각 분기된다.

오답 포인트

③의 $2A$는 d점에 도달한 전류를 그대로 R_4 전류로 착각할 때 고르는 값이고, ⑤의 $4A$는 전체 전원 전류가 모든 저항에 동일하게 흐른다고 착각할 때 고르는 값이다. 분기점이 있는 회로에서는 전체 전류와 각 가지 전류를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

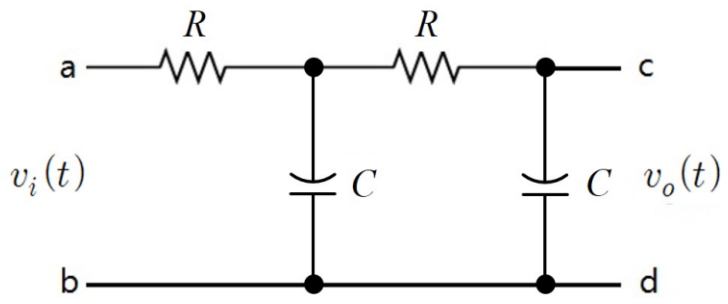
사다리형 저항 회로는 가장 오른쪽부터 직렬과 병렬을 차례로 합성한다. 전체 전류를 구한 뒤 각 분기점에서 가지 저항의 크기에 따라 전류를 나누고, 목표 저항에 실제로 흐르는 전류만 추적한다.

암기 포인트

같은 저항 두 개가 병렬이면 등가저항은 절반이고, 두 가지의 저항이 같으면 유입 전류도 절반씩 나뉜다. 이 회로에서는 c점과 d점에서 연속으로 반분되므로 $4A \rightarrow 2A \rightarrow 1A$이다.

NoteBase

11. 그림의 회로에 대한 설명으로 옳은 것은?



① $\left|\frac{v_o(t)}{v_i(t)}\right|$가 1보다 작고, 차단주파수가 $\frac{1}{2\pi\sqrt{RC}}$인 저역통과 1차필터

② $\left|\frac{v_o(t)}{v_i(t)}\right|$가 1보다 작고, 차단주파수가 $\frac{1}{2\pi RC}$인 저역통과 1차필터

③ $\left|\frac{v_o(t)}{v_i(t)}\right|$가 1보다 작고, 차단주파수가 $\frac{1}{2\pi RC}$인 저역통과 2차필터

④ $\left|\frac{v_o(t)}{v_i(t)}\right|$가 1보다 크고, 차단주파수가 $\frac{1}{2\pi\sqrt{RC}}$인 고역통과 2차필터

⑤ $\left|\frac{v_o(t)}{v_i(t)}\right|$가 1보다 크고, 차단주파수가 $\frac{1}{2\pi RC}$인 고역통과 1차필터

정답 3번

출제 포인트

두 개의 커패시터를 가진 수동 RC 사다리 회로의 전달함수를 구해 필터의 종류, 차수, 이득 및 차단주파수를 판별하는 문제이다.

조건 정리

직류에서 커패시터는 개방되므로 저항에 전압 강하가 없고 $v_o = v_i$이다. 고주파에서는 커패시터의 임피던스가 작아져 신호가 접지로 빠지므로 출력이 감소한다. 따라서 이 회로는 저역통과 필터이다. 독립적인 에너지 저장 소자인 커패시터가 두 개이므로 전달함수의 분모는 s에 대한 2차식이 된다.

NoteBase

사용할 공식

첫 번째 커패시터가 연결된 노드 전압을 v_1, 출력 노드 전압을 v_o라 하면 노드 방정식은 다음과 같다.
$\frac{v_1 - v_i}{R} + sCv_1 + \frac{v_1 - v_o}{R} = 0$
$\frac{v_o - v_1}{R} + sCv_o = 0$
두 식을 연립하면 전달함수는
$H(s) = \frac{v_o}{v_i} = \frac{1}{(sRC)^2 + 3sRC + 1}$
이 된다. 이 식을 쓰면 분모의 차수와 표준 2차식의 고유 각주파수를 동시에 확인할 수 있다.

계산 과정

분모가 s의 2차식이므로 2차 필터이다. 또한 $H(0) = 1$이고 주파수가 커질수록 $|H(j\omega)|$가 감소하므로 수동 저역통과 필터이며 증폭하지 않는다. 분모를 표준 2차형과 비교하면 $(sRC)^2$의 계수와 상수항으로부터 이 문항에서 사용하는 차단 각주파수는
$\omega_c = \frac{1}{RC}$
이고, 따라서
$f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{1}{2\pi RC}$
이다. 그러므로 제시된 설명 중 필터 종류, 차수, 이득 및 차단주파수가 모두 맞는 것은 ③이다.

선지 판단

① X — '저역통과 1차필터'가 틀렸고, $1/(2\pi\sqrt{RC})$는 주파수 차원도 맞지 않는다. 올바르게는 '차단주파수가 $1/(2\pi RC)$인 저역통과 2차필터'이다.
② X — 차단주파수와 저역통과라는 판단은 맞지만 '1차필터'가 틀렸다. 올바르게는 '저역통과 2차필터'이다.
③ O — 수동 회로이므로 직류 이득은 1이고 유한한 주파수에서는 크기가 1보다 작아지며, $f_c = 1/(2\pi RC)$인 저역통과 2차필터라는 설명이 문항의 분류와 일치한다.
④ X — '이득이 1보다 크다', '고역통과', '$1/(2\pi\sqrt{RC})$'가 모두 틀렸다. 올바르게는 '증폭하지 않고 차단주파수가 $1/(2\pi RC)$인 저역통과 2차필터'이다.
⑤ X — '이득이 1보다 크다', '고역통과 1차필터'가 틀렸다. 올바르게는 '증폭하지 않는 저역통과 2차필터'이다.

오답 포인트

RC 구간이 두 개라는 사실을 단순히 같은 1차 필터 두 개로만 보거나, 커패시터가 있다는 이유만으로 고역통과로 판단하기 쉽다. 이 회로에서는 커패시터가 신호선에 직렬이 아니라 접지로 병렬 연결되어 고주파 성분을 접지로 우회시키며, 커패시터가 두 개이므로 2차 저역통과가 된다. 또한 RC는 시간의 차원을 가지므로 $1/\sqrt{RC}$는 주파수 단위가 될 수 없다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

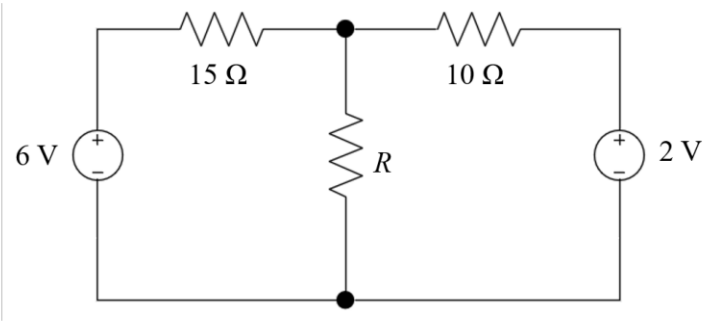
먼저 직류와 고주파에서 커패시터를 각각 개방과 단락으로 바꾸어 저역통과인지 고역통과인지 판단한다. 다음으로 독립적인 커패시터 수 또는 전달함수 분모의 최고차항으로 필터 차수를 확인하고, 마지막으로 RC의 차원이 시간인지 검산한다.

암기 포인트

접지로 병렬 연결된 커패시터는 고주파를 우회시킨다. 이 회로는 '커패시터 2개 → 2차 저역통과', $f_c = 1/(2\pi RC)$로 정리된다.

NoteBase

12. 그림의 회로에서 저항 R에 최대전력이 전달되기 위한 저항 R $[\Omega]$의 값은?



① 3
② 6
③ 12
④ 15
⑤ 27

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 최대전력 전달 조건을 이용하여 부하저항 R의 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압원 $6V$, $2V$, 저항 15Ω, 10Ω이다.
구해야 할 값: 부하 R에 최대전력이 전달되는 저항값이다.
주의할 조건: 부하에서 전원망을 바라본 테브난 저항을 구할 때 독립 전압원은 단락한다.

사용할 공식

최대전력 전달 조건은
$R = R_{th}$
이다. 부하가 연결되는 두 단자에서 본 전원망을 테브난 등가회로로 바꾸면, 부하저항과 테브난 저항이 같을 때 부하전력이 최대가 되므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 부하 R을 떼어 내고 두 독립 전압원을 단락한다.
2. 부하 단자에서 보면 15Ω과 10Ω이 병렬이므로
$R_{\text{th}} = 15 \parallel 10 = \frac{15 \times 10}{15 + 10} = 6\Omega$
이다.
3. 최대전력 전달 조건에 따라
$R = R_{\text{th}} = 6\Omega$
이다.

선지 판단

① X — 3Ω은 테브난 저항 6Ω과 같지 않아 최대전력 조건을 만족하지 않는다. 올바른 값은 6Ω이다.
② O — 6Ω은 15Ω과 10Ω의 병렬합인 테브난 저항과 같으므로 최대전력이 전달된다.
③ X — 12Ω은 테브난 저항 6Ω과 같지 않다. 올바른 값은 6Ω이다.
④ X — 15Ω은 왼쪽 가지의 저항 하나일 뿐, 부하 단자에서 본 전체 테브난 저항이 아니다. 올바른 값은 $15 \parallel 10 = 6\Omega$이다.
⑤ X — 27Ω은 두 저항의 병렬합이 아니며 최대전력 조건을 만족하지 않는다. 올바른 값은 6Ω이다.

오답 포인트

전압원의 크기 $6V$, $2V$를 이용해 부하저항을 정하는 것이 핵심이 아니다. 최대전력 조건에 필요한 것은 부하 단자에서 본 테브난 저항이며, 전압원을 단락한 뒤 15Ω과 10Ω을 병렬로 계산해야 한다. 특히 ④의 15Ω처럼 한 가지의 저항만 택하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

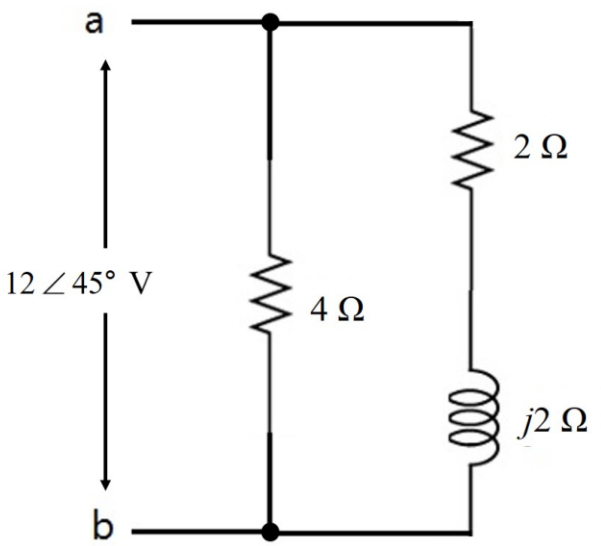
최대전력 전달 문제에서는 부하를 분리하고, 독립 전압원을 단락하며, 독립 전류원을 개방한 뒤 부하 단자에서 본 R_{th}를 구한다. 마지막에 $R = R_{\text{th}}$를 적용한다.

암기 포인트

저항성 직류회로의 최대전력 전달 조건은 $R = R_{\text{th}}$이다.

NoteBase

13. 그림의 회로에서 저항 4 $[\Omega]$와 저항 2 $[\Omega]$에서 각각의 소비전력 $[W]$은?



	4 $[\Omega]$소비전력	2 $[\Omega]$소비전력
①	9	0
②	9	9
③	9	18
④	18	9
⑤	18	18

정답 5번

출제 포인트

병렬회로의 각 가지에 같은 전압이 걸린다는 점과, 최댓값 페이저를 사용할 때 저항의 평균 소비전력이 $P = \frac{1}{2} I_m^2 R$ 이라는 점을 이용해 각 저항의 소비전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압: $V_m = 12\angle 45^\circ V$
가운데 가지: 저항 4Ω
오른쪽 가지: 저항 2Ω와 유도성 리액턴스 $j2\Omega$의 직렬회로
구해야 할 값: 4Ω 저항과 2Ω 저항의 평균 소비전력
주의할 조건: 두 가지는 병렬이므로 모두 같은 전압을 받으며, 이상적인 인덕터는 평균전력을 소비하지 않는다.

NoteBase

사용할 공식

최댓값 전류 I_m를 사용할 때 저항의 평균 소비전력은
$P = I_{\text{rms}}^2 R = \frac{1}{2} I_m^2 R$
이다. 직렬 $R-L$ 가지의 전류 크기는
$I_m = \frac{V_m}{|Z|}, \qquad |Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2}$
로 구한다. 각 저항의 평균전력은 그 저항을 흐르는 가지 전류의 실효값으로 결정되기 때문에 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 4Ω 가지는 순저항이므로 전류의 최댓값은
$I_{4m} = \frac{12}{4} = 3A$
이다. 따라서 소비전력은
$P_4 = \frac{1}{2} \times 3^2 \times 4 = 18W$
이다.

2. 오른쪽 가지의 임피던스는
$Z = 2 + j2\Omega, \qquad |Z| = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2\sqrt{2}\,\Omega$
이다. 따라서 가지 전류의 최댓값의 제곱은
$I_{2m}^2 = \left(\frac{12}{2\sqrt{2}}\right)^2 = 18A^2$
이다.

3. 이 전류가 2Ω 저항을 그대로 흐르므로 소비전력은
$P_2 = \frac{1}{2} \times 18 \times 2 = 18W$
이다. 전압의 위상각 45 °는 전류의 위상에는 영향을 주지만 위 계산의 전력 크기는 바꾸지 않는다.

NoteBase

선지 판단

① X — 제시값 9W, 0W는 계산 결과 18W, 18W와 모두 다르다. 특히 인덕터와 직렬이라는 이유로 2Ω 저항의 전력을 0W로 볼 수 없다. 올바르게는 두 저항의 소비전력이 각각 18W, 18W이다.

② X — 제시값 9W, 9W는 두 저항의 계산값을 각각 절반으로 잘못 줄인 값이다. 올바르게는 각각 18W, 18W이다.

③ X — 2Ω 저항의 18W는 맞지만, 4Ω 저항의 전력은 9W가 아니라 18W이다. 올바른 조합은 18W, 18W이다.

④ X — 4Ω 저항의 18W는 맞지만, 2Ω 저항의 전력은 9W가 아니라 18W이다. 올바른 조합은 18W, 18W이다.

⑤ O — 계산 결과 4Ω 저항과 2Ω 저항의 소비전력이 모두 18W이므로 정확히 일치한다.

오답 포인트

오른쪽 가지에 인덕터가 있으므로 2Ω 저항도 전력을 소비하지 않는다고 착각하기 쉽다. 평균전력이 0W인 소자는 이상적인 인덕터이며, 같은 가지의 저항은 전류가 흐르는 만큼 유효전력을 소비한다. 또한 최댓값 페이저에 실효값 전력식을 적용할 때에는 $I_{\text{rms}} = I_m/\sqrt{2}$에 따른 1/2을 한 번만 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

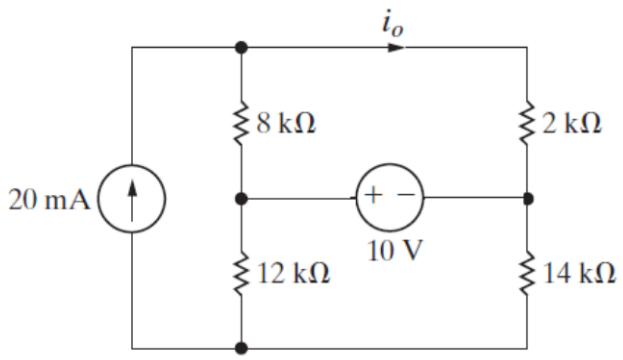
병렬 가지마다 공통 전압을 먼저 확인하고, 각 가지의 임피던스로 전류를 구한 뒤 저항별로 $P = I_{\text{rms}}^2 R$을 적용한다. 리액턴스는 전류의 크기와 위상을 바꾸지만 평균전력은 저항에서만 소비된다는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

최댓값 기준에서는 $P_R = \frac{1}{2} I_m^2 R$이며, 이상적인 코일은 평균전력 0$W$, 저항은 $I_{\text{rms}}^2 R$만큼 소비한다.

NoteBase

14. 그림의 회로에서 전류 $i_o[mA]$는?



① 1
② 6
③ 7
④ 16
⑤ 17

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 전압원이 연결된 두 노드를 슈퍼노드로 묶고 키르히호프의 전류 법칙(KCL)을 적용하여 오른쪽 $2k\Omega$ 저항으로 흐르는 전류 i_o를 구하는 문제이다.

조건 정리

아래쪽 노드를 기준 전위 $0V$로 둔다. 위쪽 노드 전압을 V_t, 가운데 왼쪽과 오른쪽 노드 전압을 각각 V_L, V_R이라 한다. 전압원의 극성이 왼쪽 +, 오른쪽 −이므로 $V_L - V_R = 10V$이다. 구해야 할 전류는 오른쪽 $2k\Omega$ 저항으로 들어가는 전류이므로 $i_o = (V_t - V_R)/(2k\Omega)$이다. $V/k\Omega = mA$의 단위 관계를 사용한다.

사용할 공식

각 노드에서 유입 전류의 합과 유출 전류의 합이 같다는 KCL을 사용한다. 전압원 양단의 두 노드는 개별 전류를 바로 알 수 없으므로 하나의 슈퍼노드로 묶는다.

위쪽 노드: $(V_t - V_L)/8 + (V_t - V_R)/2 = 20$
슈퍼노드: $(V_L - V_t)/8 + V_L/12 + (V_R - V_t)/2 + V_R/14 = 0$
전압원 조건: $V_L - V_R = 10$
위 식들에서 저항의 수치는 $k\Omega$, 전류의 수치는 mA, 전압의 수치는 V를 기준으로 한다.

NoteBase

계산 과정

위쪽 노드식의 왼쪽 두 항에 부호를 바꾸어 슈퍼노드식에 대입하면 다음과 같다.
$V_L/12 + V_R/14 = 20$
전압원 조건 $V_L = V_R + 10$을 대입한다.
$(V_R + 10)/12 + V_R/14 = 20$
양변에 84를 곱하면 $7(V_R + 10) + 6V_R = 1680$이므로 $V_R = 1610/13V$, $V_L = 1740/13V$이다.

위쪽 노드식에 대입하면 다음과 같다.
$(V_t - V_L)/8 + (V_t - V_R)/2 = 20$
$5V_t - V_L - 4V_R = 160$
따라서 $V_t = 2052/13V$이고, $V_t - V_R = 34V$이다. 그러므로
$i_o = (V_t - V_R)/(2k\Omega) = 34/2 = 17mA$

선지 판단

① X — 계산 결과는 $17mA$이므로 $1mA$는 일치하지 않는다. 틀린 값 $1mA$는 올바르게 $17mA$로 고쳐야 한다.
② X — 계산 결과는 $17mA$이므로 $6mA$는 일치하지 않는다. 틀린 값 $6mA$는 올바르게 $17mA$로 고쳐야 한다.
③ X — 계산 결과는 $17mA$이므로 $7mA$는 일치하지 않는다. 틀린 값 $7mA$는 올바르게 $17mA$로 고쳐야 한다.
④ X — 계산 결과는 $17mA$이므로 $16mA$는 일치하지 않는다. 틀린 값 $16mA$는 올바르게 $17mA$로 고쳐야 한다.
⑤ O — $i_o = (V_t - V_R)/(2k\Omega) = 17mA$이므로 계산 결과와 정확히 일치한다.

오답 포인트

가운데의 $10V$ 전압원 때문에 왼쪽과 오른쪽 가운데 노드에 KCL을 각각 바로 적용하려 하면 전압원을 지나는 미지 전류가 추가된다. 두 노드를 슈퍼노드로 묶어야 한다. 또한 전압원 극성을 반대로 읽어 $V_R - V_L = 10V$로 두거나, 화살표 방향과 반대로 $(V_R - V_t)/(2k\Omega)$를 계산하지 않도록 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

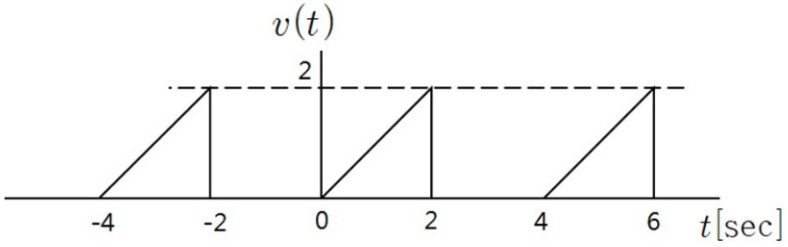
이상 전압원이 두 비기준 노드 사이에 있으면 두 노드를 슈퍼노드로 묶어 KCL을 세우고, 별도로 전압원의 극성 조건을 추가한다. 마지막에는 구한 노드 전압차를 전류 화살표 방향에 맞게 저항으로 나누고 단위를 검산한다.

암기 포인트

비기준 노드 사이의 전압원은 '슈퍼노드 KCL + 전압원 극성식'으로 처리하며, $V/k\Omega = mA$이다.

NoteBase

15. 그림의 $v(t)$함수의 실효값은?



① $\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$

② $\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$

③ $\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}$

④ $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$

⑤ $\frac{\sqrt{3}}{2}$

정답 4번

출제 포인트

주기 파형의 한 주기에서 제곱의 평균을 구한 뒤 제곱근을 취하여 실효값을 계산하는 문제이다.

조건 정리

파형은 4초마다 반복되므로 주기는 $T = 4s$이다. 한 주기 $0 \le t < 4$에서 $0 \le t < 2$일 때 $v(t) = t$이고, $2 \le t < 4$일 때 $v(t) = 0$이다. 구해야 할 값은 주기 파형의 실효값 V_{rms}이다.

사용할 공식

주기 함수의 실효값은

$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T v^2(t)dt}$

이다. 실효값은 순간값 자체의 평균이 아니라 순간값을 제곱한 값의 한 주기 평균에 제곱근을 취한 값이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

한 주기 중 파형이 0이 아닌 구간만 적분하면
$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{4}\left(\int_0^2 t^2 dt + \int_2^4 0^2 dt\right)}$
이다. 따라서
$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{4}\left[\frac{t^3}{3}\right]_0^2} = \sqrt{\frac{1}{4}\cdot\frac{8}{3}} = \sqrt{\frac{2}{3}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$
이므로 ④와 일치한다.

선지 판단

① X — $\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$는 계산값 $\sqrt{\frac{2}{3}}$의 역수이므로 틀리다. 올바른 값은 $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$이다.
② X — $\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = \sqrt{6}$은 계산값과 다르므로 틀리다. 올바른 값은 $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$이다.
③ X — $\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{3}{8}}$은 계산값 $\sqrt{\frac{2}{3}}$과 다르므로 틀리다. 올바른 값은 $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$이다.
④ O — $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$이므로 계산한 실효값과 정확히 일치한다.
⑤ X — $\frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{\frac{3}{4}}$는 계산값과 다르므로 틀리다. 올바른 값은 $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$이다.

오답 포인트

파형이 존재하는 2초만을 주기로 보거나, 한 주기 4초 중 나머지 2초의 영구간을 평균에서 제외하면 안 된다. 또한 평균값이 아니라 제곱평균제곱근을 구해야 하며, $\sqrt{\frac{2}{3}}$에서 분자와 분모를 뒤집으면 ①이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

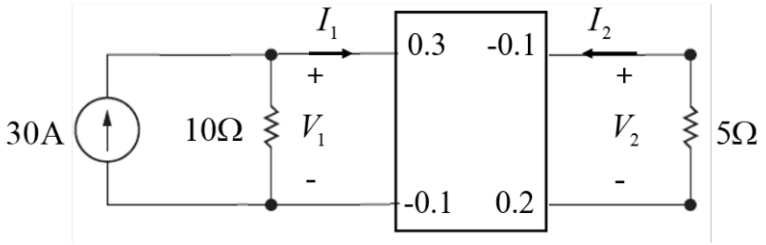
반복 간격으로 주기 T를 먼저 정하고, 한 주기를 구간별 함수로 나타낸 뒤 $v^2(t)$를 전 주기에 걸쳐 적분하여 T로 나누고 마지막에 제곱근을 취한다.

암기 포인트

실효값은 '한 주기 전체에서 제곱 → 평균 → 제곱근'이며, 영구간도 주기 평균의 분모에 포함된다.

NoteBase

16. 2단자쌍 회로망의 Y-파라미터가 그림과 같을 때, 전류 $I_2\,[A]$는?



① -4
② -2
③ 1
④ 2
⑤ 4

정답 1번

출제 포인트

Y-파라미터식과 각 포트의 KCL을 함께 사용하여 출력 포트로 들어가는 전류 I_2를 구하는 문제이다.

조건 정리

Y-파라미터식은 다음과 같다.
$I_1 = 0.3V_1 - 0.1V_2, \qquad I_2 = -0.1V_1 + 0.2V_2$
입력 포트에는 $30A$ 전류원과 10Ω 저항이 병렬로 연결되어 있고, 출력 포트에는 5Ω 부하가 연결되어 있다.
그림의 I_2는 2단자쌍 회로 안으로 들어가는 방향이므로 부하 전류의 방향과 반대라는 점에 주의한다.

사용할 공식

각 포트에 KCL을 적용한다.
$30 = \frac{V_1}{10} + I_1$
$I_2 + \frac{V_2}{5} = 0$
Y-파라미터는 포트 전류를 포트 전압으로 나타내므로, 이 두 KCL 식에 Y-파라미터식을 대입하면 V_1, V_2, I_2를 구할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 출력 포트의 KCL과 두 번째 Y-파라미터식을 결합한다.
$I_2 = -\frac{V_2}{5} = -0.2V_2$
$-0.1V_1 + 0.2V_2 = -0.2V_2$
따라서
$V_1 = 4V_2$
이다.

2. 입력 포트의 KCL에 첫 번째 Y-파라미터식을 대입한다.
$30 = 0.1V_1 + (0.3V_1 - 0.1V_2) = 0.4V_1 - 0.1V_2$
여기에 $V_1 = 4V_2$를 대입하면
$30 = 1.5V_2$
이므로 $V_2 = 20V$이다.

3. 출력 포트 전류를 구한다.
$I_2 = -\frac{V_2}{5} = -\frac{20}{5} = -4A$
음의 부호는 실제 전류가 그림의 I_2 화살표와 반대로, 2단자쌍 회로에서 5Ω 부하 쪽으로 흐른다는 뜻이다.

선지 판단

① O — 계산 결과 $I_2 = -4A$이므로 맞다.

② X — $-2A$는 $V_2 = 20V$와 출력단 KCL $I_2 = -V_2/5$를 만족하지 않는다. 올바르게는 $I_2 = -4A$이다.

③ X — $1A$는 계산된 크기 $4A$와 방향이 모두 다르다. 올바르게는 $I_2 = -4A$이다.

④ X — $2A$는 출력단 KCL과 Y-파라미터식을 동시에 만족하지 않는다. 올바르게는 $I_2 = -4A$이다.

⑤ X — $4A$는 크기만 같고 부호가 반대이다. 그림의 I_2 기준 방향과 실제 전류 방향이 반대이므로 올바르게는 $I_2 = -4A$이다.

오답 포인트

출력의 5Ω 저항 전류는 위에서 아래로 $V_2/5$이지만, I_2 화살표는 출력 포트에서 2단자쌍 회로 안으로 향한다. 두 전류를 같은 방향으로 놓아 $I_2 = V_2/5$로 쓰면 부호를 틀리게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

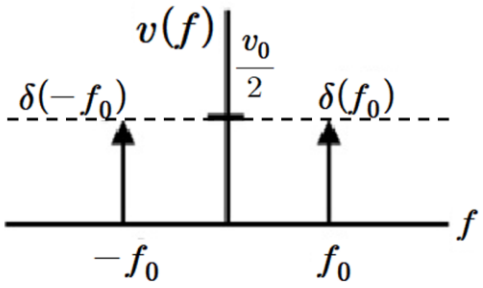
Y-파라미터 회로에서는 먼저 포트 전류의 기준 방향이 회로 안쪽인지 확인하고, 외부 회로의 KCL을 세운 뒤 Y-파라미터식과 연립한다. 마지막에는 구한 전류의 부호가 화살표 기준 방향과 일치하는지 검산한다.

암기 포인트

Y-파라미터의 I_1, I_2는 모두 2단자쌍 회로로 들어가는 방향이 기준이다. 출력에 수동 부하만 연결되면 $I_2 = -V_2/Z_L$이다.

NoteBase

17. 그림의 스펙트럼을 가지는 시간함수 $v(t)$는? (단, $\delta(f)$는 임펄스함수이고, $w_o = 2\pi f_o$이다)



① $\frac{1}{2}v_o(e^{\omega_o t}+e^{\omega_o t})$

② $v_o e^{\omega_o t}$

③ $v_o \sin\omega_o t$

④ $v_o \cos\omega_o t$

⑤ $\frac{1}{2}v_o(e^{j\omega_o t}-e^{-j\omega_o t})$

정답 4번

출제 포인트

주파수 $f = \pm f_0$에서 크기가 같은 두 임펄스로 이루어진 스펙트럼을 코사인 신호의 푸리에 변환쌍과 연결하는 문제이다.

조건 정리

주어진 스펙트럼은
$V(f) = \frac{v_0}{2}\{\delta(f-f_0)+\delta(f+f_0)\}$
이다. 두 임펄스는 f_0와 $-f_0$에 있고, 각각의 크기는 $v_0/2$로 같다. 또한 $\omega_0 = 2\pi f_0$이다.

사용할 공식

오일러 공식과 코사인의 푸리에 변환쌍은
$\cos(2\pi f_0 t) = \frac{1}{2}(e^{j2\pi f_0 t} + e^{-j2\pi f_0 t})$
$\cos(2\pi f_0 t) \longleftrightarrow \frac{1}{2}\{\delta(f-f_0)+\delta(f+f_0)\}$
이다. 주어진 스펙트럼이 양·음 주파수에서 크기와 부호가 같은 대칭 임펄스 쌍이므로 이 변환쌍을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 변환쌍의 스펙트럼에 v_0를 곱하면
$\frac{v_0}{2}\{\delta(f-f_0)+\delta(f+f_0)\}$
가 된다.
2. 따라서 시간함수는
$v(t)=v_0\cos(2\pi f_0 t)$
이다.
3. $\omega_0=2\pi f_0$를 대입하면
$v(t)=v_0\cos\omega_0 t$
이므로 ④와 일치한다.

선지 판단

① X — 제시된 식은 j가 없는 실수 지수함수의 합이므로 주기적인 코사인 신호가 아니다. 올바른 복소지수 표현은 $\frac{v_0}{2}(e^{j\omega_0 t}+e^{-j\omega_0 t})$이다.
② X — $v_0 e^{\omega_0 t}$는 시간에 따라 지수적으로 증가하는 비주기 신호이므로 $\pm f_0$의 대칭 임펄스 스펙트럼을 만들지 않는다. 올바른 시간함수는 $v_0\cos\omega_0 t$이다.
③ X — $v_0\sin\omega_0 t=\frac{v_0}{2j}(e^{j\omega_0 t}-e^{-j\omega_0 t})$이므로 양·음 주파수 성분의 부호가 반대이고 계수에 $1/j$가 포함된다. 올바른 식은 $v_0\cos\omega_0 t$이다.
④ O — $v_0\cos\omega_0 t$의 스펙트럼은 $f=\pm f_0$에서 각각 크기가 $v_0/2$인 같은 부호의 임펄스 두 개이므로 그림과 일치한다.
⑤ X — $\frac{v_0}{2}(e^{j\omega_0 t}-e^{-j\omega_0 t})=jv_0\sin\omega_0 t$이며, 두 주파수 성분의 부호가 서로 반대이다. 올바른 복소지수 표현은 빼기가 아니라 $\frac{v_0}{2}(e^{j\omega_0 t}+e^{-j\omega_0 t})$이다.

오답 포인트

그림의 두 임펄스가 대칭이라는 사실만 보고 사인과 코사인을 혼동하기 쉽다. 양·음 주파수의 계수가 같은 부호이면 코사인이고, 서로 반대 부호이면서 $1/j$가 붙으면 사인이다. 또한 시간영역의 복소지수에는 진동을 나타내는 j가 필요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $+f_0$와 $-f_0$ 성분의 크기와 부호를 비교한다. 두 계수가 같으면 복소지수의 합인 코사인, 부호가 반대이면 복소지수의 차인 사인 계열로 판단한 뒤 $\omega_0=2\pi f_0$를 적용한다.

암기 포인트

같은 부호의 대칭 임펄스 두 개는 코사인이다: $v_0\cos\omega_0 t\leftrightarrow\frac{v_0}{2}[\delta(f-f_0)+\delta(f+f_0)]$.

NoteBase

18. $F(s)=\dfrac{3s^2+30s+120}{s(s^2+9s+30)}$의 라플라스 역변환에 대응되는 시간함수 $f(t)$의 초깃값과 최종값의 합은?

① 0
② 3
③ 4
④ 7
⑤ ∞

정답 4번

출제 포인트

라플라스 변환의 초기값 정리와 최종값 정리를 적용하여 시간함수 $f(t)$의 초기값과 최종값의 합을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 함수는 $F(s)=\frac{3s^2+30s+120}{s(s^2+9s+30)}$이다. 구해야 할 값은 $f(0^+)+f(\infty)$이다. 최종값 정리를 적용하려면 $sF(s)$의 모든 극점이 좌반평면에 있어야 한다. $sF(s)$의 분모 $s^2+9s+30$의 근은 실수부가 모두 $-\frac{9}{2}$이므로 이 조건을 만족한다.

사용할 공식

초기값 정리는 $f(0^+)=\lim_{s\to\infty}sF(s)$이고, 최종값 정리는 $f(\infty)=\lim_{s\to 0}sF(s)$이다. 이 문제는 시간함수 $f(t)$를 직접 역변환하지 않고 두 극한으로 초기값과 최종값을 각각 구할 수 있으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

초기값은 다음과 같다.
$f(0^+)=\lim_{s\to\infty}\frac{3s^2+30s+120}{s^2+9s+30}=3$
최종값은 다음과 같다.
$f(\infty)=\lim_{s\to 0}\frac{3s^2+30s+120}{s^2+9s+30}=\frac{120}{30}=4$
따라서 합은 $3+4=7$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0은 계산된 합 7과 다르다. 올바르게는 초기값 3과 최종값 4의 합인 7이다.
② X — 3은 초기값만 나타낸 값이므로 합이 아니다. 올바르게는 최종값 4도 더하여 7이다.
③ X — 4는 최종값만 나타낸 값이므로 합이 아니다. 올바르게는 초기값 3도 더하여 7이다.
④ O — 초기값 3과 최종값 4를 더하면 7이므로 옳다.
⑤ X — 최종값 정리의 안정 조건을 만족하고 초기값과 최종값이 모두 유한하므로 합은 무한대가 아니다. 올바르게는 합이 7이다.

오답 포인트

②의 3은 초기값만 구한 경우이고, ③의 4는 최종값만 구한 경우이다. 또한 최종값 정리는 극한만 대입하는 것이 아니라 먼저 $sF(s)$의 극점이 좌반평면에 있는지 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

초기값은 $s \to \infty$, 최종값은 안정 조건을 확인한 뒤 $s \to 0$을 대입하고, 문제에서 요구한 합·차 등 마지막 연산까지 수행한다.

암기 포인트

초기값은 큰 s, 최종값은 작은 s이며, 최종값 정리에는 안정 조건 확인이 따른다.

NoteBase

19. $1\times10^{8}\ [V]$의 전압과, $1\times10^{5}\ [A]$의 전류로 $1\ [\mu sec]$ 동안 방전이 된 낙뢰가 가진 에너지량 $[Wh]$은?

① $\frac{1}{36}\times10^{4}$

② $\frac{1}{36}\times10^{5}$

③ $\frac{1}{36}\times10^{6}$

④ $\frac{1}{36}\times10^{7}$

⑤ $\frac{1}{36}\times10^{8}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 일정한 전압과 전류로 방전할 때의 에너지를 $W = VIt$로 구하고, 줄 J을 와트시 Wh로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압 $V = 1 \times 10^{8}V$, 전류 $I = 1 \times 10^{5}A$, 방전 시간 $t = 1\mu s = 1 \times 10^{-6}s$이다.
구해야 할 값: 방전 에너지 W를 Wh 단위로 나타낸 값이다.
주의할 조건: 마이크로초를 초로 바꾸고, 계산한 줄을 Wh로 다시 환산해야 한다.

사용할 공식

일정한 전압과 전류에서 전력은 $P = VI$이고, 에너지는 $W = Pt = VIt$이다. 또한 $1Wh = 3600J$이므로 Wh로 나타낸 에너지는 줄 단위 에너지를 3600으로 나눈 값이다. 전압과 전류가 방전 시간 동안 일정하게 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 방전 시간을 초로 환산하면 $1\mu s = 10^{-6}s$이다.
2. 줄 단위 에너지는
$W = VIt = (10^{8})(10^{5})(10^{-6}) = 10^{7}J$
이다.
3. 이를 Wh로 환산하면
$W = \frac{10^{7}}{3600} = \frac{10^{7}}{36 \times 10^{2}} = \frac{1}{36} \times 10^{5}Wh$
이다.

선지 판단

① X — $\frac{1}{36} \times 10^{4}Wh$는 계산값보다 10배 작다. 틀린 지수 10^{4}는 10^{5}로 고쳐야 한다.
② O — $\frac{1}{36} \times 10^{5}Wh$로 계산 결과와 정확히 일치한다.
③ X — $\frac{1}{36} \times 10^{6}Wh$는 계산값보다 10배 크다. 틀린 지수 10^{6}은 10^{5}로 고쳐야 한다.
④ X — $\frac{1}{36} \times 10^{7}Wh$는 계산값보다 100배 크다. 틀린 지수 10^{7}은 10^{5}로 고쳐야 한다.
⑤ X — $\frac{1}{36} \times 10^{8}Wh$는 계산값보다 1,000배 크다. 틀린 지수 10^{8}은 10^{5}로 고쳐야 한다.
계산 결과가 $\frac{1}{36} \times 10^{5}Wh$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

핵심 함정은 $1\mu s = 10^{-6}s$의 시간 환산과 $1Wh = 3600J$의 에너지 단위 환산이다. $10^{7}J$을 그대로 선지와 비교하거나 3600의 지수를 잘못 처리하면 ①, ③, ④, ⑤처럼 지수가 어긋난다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압·전류·시간이 주어진 방전 에너지는 먼저 $W = VIt$로 줄 값을 구한 뒤, 시간을 초로 환산했는지 확인하고 줄 값을 3600으로 나누어 Wh로 바꾸는 순서로 판단한다.

암기 포인트

$W[J] = VIt$, $1\mu s = 10^{-6}s$, $1Wh = 3600J$이다.

NoteBase

20. $50\ [kWh]$**의 전력량을 설명한 것으로 옳지 않은 것은?**

① $5\ [kW]$의 전열기를 $600\ [\min]$ 사용한 전력량이다.
② $100\ [kW]$의 부하를 $30\ [\min]$ 사용한 전력량이다.
③ $100\ [V]$ 전원에서 $10\ [\Omega]$의 저항을 $50\ [hr]$ 사용한 전력량이다.
④ $100\ [\Omega]$의 저항에 $10\ [A]$의 전류를 $5\ [hr]$ 사용한 전력량이다.
⑤ $200\ [V]$ 전원에서 $10\ [A]$(역률 1)의 부하를 $20\ [hr]$ 사용한 전력량이다.

정답 5번

출제 포인트

전력량은 전력과 사용 시간의 곱이라는 관계를 이용하여 각 선지가 50kWh에 해당하는지 판단하는 문제이다.

조건 정리

구해야 할 값: 각 부하가 소비한 전력량
주의할 조건: 600min = 10h, 30min = 0.5h로 환산한다. 전압과 저항이 주어지면 $P = V^2/R$, 전류와 저항이 주어지면 $P = I^2R$, 전압·전류·역률이 주어지면 $P = VI\cos\phi$를 사용한다.

사용할 공식

$W = Pt$
$P = VI\cos\phi = I^2R = \frac{V^2}{R}$
전력량은 일정한 전력을 사용한 시간만큼 누적된 에너지이므로 $W = Pt$를 사용한다. 전력이 직접 주어지지 않은 선지는 회로 조건에 맞는 전력 공식으로 먼저 P를 구한다.

계산 과정

① $W = 5\text{kW} \times 10\text{h} = 50\text{kWh}$이다.
② $W = 100\text{kW} \times 0.5\text{h} = 50\text{kWh}$이다.
③ $P = V^2/R = 100^2/10 = 1000\text{W} = 1\text{kW}$이므로 $W = 1\text{kW} \times 50\text{h} = 50\text{kWh}$이다.
④ $P = I^2R = 10^2 \times 100 = 10000\text{W} = 10\text{kW}$이므로 $W = 10\text{kW} \times 5\text{h} = 50\text{kWh}$이다.
⑤ 역률이 1이므로 $P = VI\cos\phi = 200 \times 10 \times 1 = 2000\text{W} = 2\text{kW}$이고, $W = 2\text{kW} \times 20\text{h} = 40\text{kWh}$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 600min을 10h로 바꾸면 전력량은 50kWh이다.
② O — 30min을 0.5h로 바꾸면 전력량은 50kWh이다.
③ O — 100V 전원에 연결된 10Ω 저항의 전력은 1kW이므로 50h 동안의 전력량은 50kWh이다.
④ O — 100Ω 저항에 10A가 흐를 때 전력은 10kW이므로 5h 동안의 전력량은 50kWh이다.
⑤ X — '50kWh의 전력량'이라는 설명이 틀렸다. 역률 1인 부하의 유효전력은 2kW이므로 올바른 전력량은 40kWh이다.

오답 포인트

분 단위의 사용 시간을 시간으로 바꾸지 않거나, 저항의 전력을 단순히 VI로 계산하면서 전류를 먼저 구하지 않는 실수가 핵심 함정이다. 특히 ⑤는 역률 1이므로 전력은 200V × 10A = 2kW이고, 사용 시간이 20h이므로 50kWh가 아니라 40kWh이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 시간을 h로 통일하고, 주어진 조건에 따라 $P = VI\cos\phi$, $P = I^2R$, $P = V^2/R$ 중 하나로 전력을 구한 뒤 $W = Pt$를 적용한다. 마지막에는 kW × h = kWh인지 단위를 확인한다.

암기 포인트

전력량은 '전력 × 시간'이며, 분은 반드시 시간으로 환산한다. 즉 W[kWh] = P[kW] × t[h]이다.

NoteBase