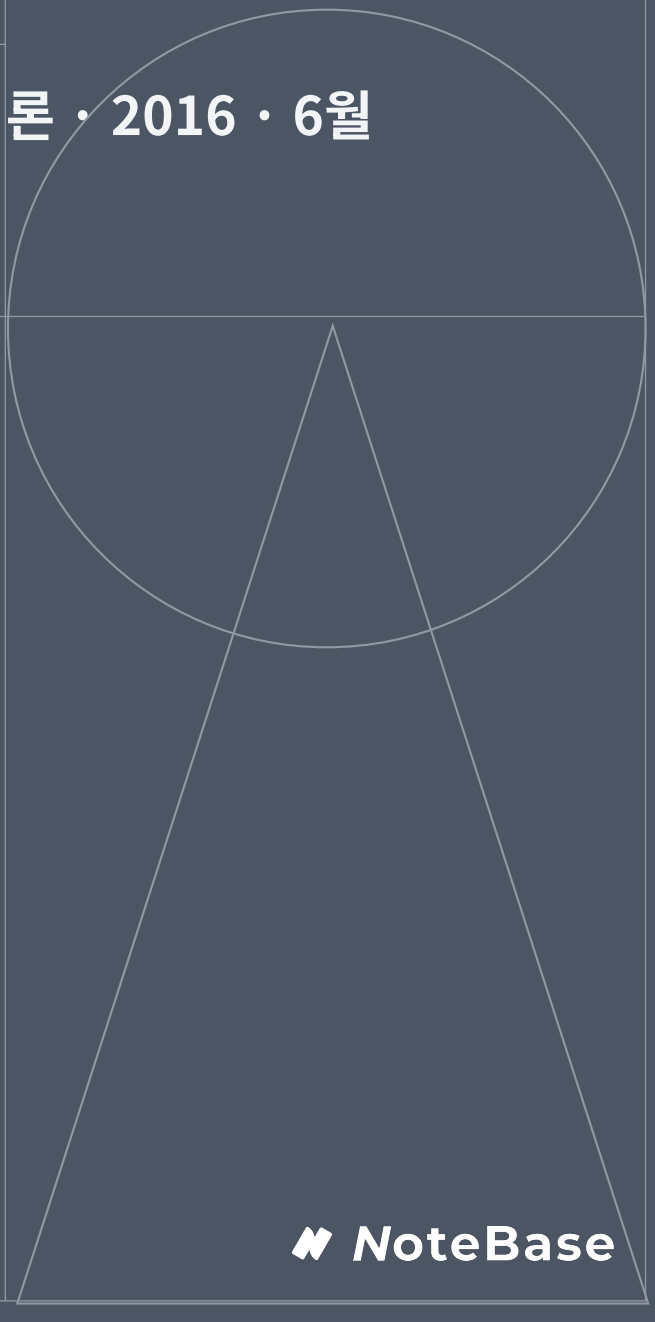
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 전기이론 · 2016 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 전기이론 · 2016 · 6월

공무원/서울시/9급 · 전기이론 · 2016 · 6월

문 1. 4 [μF]과 6 [μF]의 정전용량을 가진 두 콘덴서를 직렬로 연결하고 이 회로에 100 [V]의 전압을 인가할 때 6 [μF]의 양단에 걸리는 전압[V]은?

① 40

② 60

③ 80

④ 100

정답 1번

간단한 해설

직렬로 연결된 콘덴서는 전하량의 크기가 같으므로, 각 콘덴서에 걸리는 전압은 **정전용량에 반비례**한다. 따라서 6 μF 콘덴서에는 전체 전압 100 V 중 $\frac{4}{4+6}$에 해당하는 40 V가 걸린다.

계산 과정

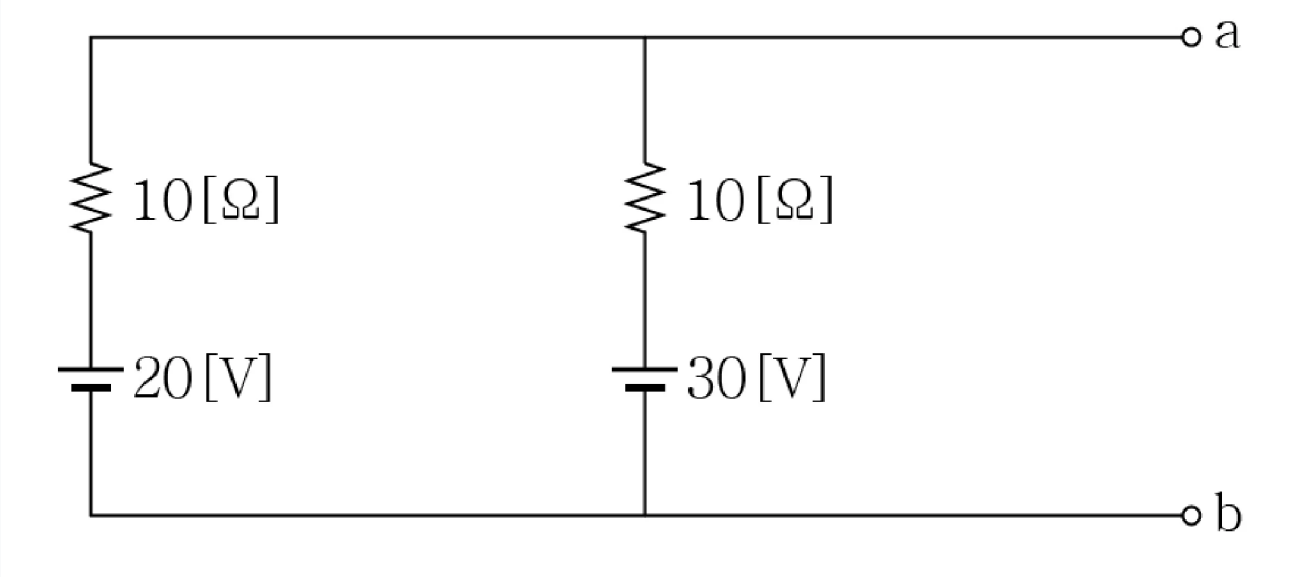
직렬 연결의 성질: 4 μF와 6 μF 콘덴서의 전압을 각각 V_1, V_2라 하자. 두 콘덴서에 저장되는 **전하량의 크기는 같다**. 전하량 Q, 정전용량 C, 전압 V 사이의 관계 $Q = CV$에 따라 $C_1V_1 = C_2V_2$이므로, 전압은 정전용량에 반비례한다.

전압 배분: 정전용량이 각각 4 μF와 6 μF이므로 $V_1 : V_2 = 6 : 4$이다. 두 전압의 합은 인가 전압인 100 V이므로, 6 μF 콘덴서의 전압은 **전체 전압을 6:4로 나눈 것 중 4에 해당하는 부분**이다. 따라서 $V_2 = \frac{4}{6+4} \cdot 100 = 40\text{V}$이다.

결과: 6 μF 콘덴서의 양단 전압은 40 V이며, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 2. 그림과 같은 회로에서 a, b에 나타나는 전압[V]값은?



① 15
② 20
③ 25
④ 30

정답 3번

간단한 해설

두 전원의 전압 차이로 내부 회로에 0.5 A가 흐르며, 각 10 Ω 저항의 전압은 5 V이다. 따라서 a의 전위는 b보다 **25 V 높다**.

NoteBase

계산 과정

회로 조건: 두 전원 모두 긴 선이 위쪽이므로 위쪽이 양극이다. b의 전위를 0 V로 두면, 20 V 전원 바로 위는 20 V, 30 V 전원 바로 위는 30 V이다. a, b 사이에 외부 부하가 없어도 **두 가지가 내부에서 폐회로를 이루므로** 순환 전류가 흐른다.

순환 전류: 전류는 30 V 전원 쪽에서 위로 올라와 a를 거쳐 20 V 전원 쪽으로 내려간다. 이 폐회로에서 두 전원의 기전력은 서로 반대 방향으로 작용하고, 두 저항에는 같은 전류 I가 흐른다. 키르히호프 전압 법칙과 옴의 법칙에 따라 $I = \frac{30-20}{10+10} = 0.5\text{A}$이다. 각 저항의 전압 강하는 $0.5 \times 10 = 5$ V이다.

단자 전압: b에서 30 V 전원을 지나 위로 가면 전위가 30 V 올라가고, 이어 저항을 **전류 방향으로 지나면 5 V 내려간다**. 따라서 $V_{ab} = V_a - V_b = 30 - 5 = 25\text{V}$이다. 왼쪽 가지로 계산해도 저항을 전류와 반대 방향으로 지나므로 20 + 5 = 25 V로 같다.

a, b 사이의 전압은 25 V이며, 선택지 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 3. 자체 인덕턴스가 $L = 0.1$ [H]인 코일과 $R = 1$ [Ω]인 저항을 직렬로 연결하고 교류전압 $v = 100\sqrt{2}\sin(10t)$ [V]인 정현파를 가할 때, 코일에 흐르는 전류의 실효값[A]과 전류와 전압의 위상차는 각각 어떻게 되는가?

① $\frac{100}{\sqrt{2}}$ [A], 90°

② 100 [A], 90°

③ 100 [A], 45°

④ $\frac{100}{\sqrt{2}}$ [A], 45°

정답 4번

간단한 해설

유도 리액턴스와 저항이 모두 1 Ω이므로 **임피던스의 크기는** $\sqrt{2}$ Ω이다. 전류의 실효값은 $\frac{100}{\sqrt{2}}$ A이고, 전류는 인가전압보다 **45° 늦다**.

계산 과정

1. 인가전압의 실효값과 각주파수: 정현파 전압 $v = 100\sqrt{2}\sin(10t)$ V의 최댓값은 $100\sqrt{2}$ V이다. 정현파의 실효값은 최댓값을 $\sqrt{2}$로 나눈 값이므로 $V = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100$ V이다. 또한 사인 함수의 각도 $10t$에서 각주파수는 $\omega = 10$ rad/s이다.

2. 회로의 임피던스: 코일의 유도 리액턴스는 $X_L = \omega L = 10 \cdot 0.1 = 1$ Ω이다. 저항과 코일을 직렬로 연결한 회로에서 저항 성분과 유도 리액턴스 성분은 위상이 90° 다르므로, 임피던스의 크기는 **단순 합이 아니라 제곱합의 제곱근**으로 구한다. 따라서 $|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}$ Ω이다.

3. 코일 전류의 실효값: 직렬회로에서는 저항과 코일에 같은 전류가 흐른다. 정현파 정상상태에서 전압의 실효값을 임피던스의 크기로 나누면 전류의 실효값이므로, $I = \frac{V}{|Z|} = \frac{100}{\sqrt{2}}$ A이다.

4. 전류와 인가전압의 위상차: 저항 양단 전압은 전류와 동상이고, 코일 양단 전압은 전류보다 90° 앞선다. 인가전압은 두 전압을 합한 것이므로 위상차는 $\tan\phi = \frac{X_L}{R} = 1$에서 45°이다. 따라서 **전류는 인가전압보다 45° 늦다**. 순수한 코일만의 전압과 전류 사이의 90°를 회로 전체의 위상차로 사용하면 안 된다.

전류 실효값 $\frac{100}{\sqrt{2}}$ A와 위상차 45°의 조합은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 4. 다음 전력계통 보호계전기의 기능에 대한 설명 중 옳은 것만을 모두 고르면?

가. 과전류 계전기(Overcurrent Relay): 일정값 이상의 전류(고장전류)가 흘렀을 때 동작하고 보호협조를 위해 동작시간을 설정할 수 있다.
나. 거리 계전기(Distance Relay): 전압, 전류를 통해 현재 선로의 임피던스를 계산하여 고장여부를 판단하고 주로 배전계통에 사용된다.
다. 재폐로기(Recloser): 과전류계전기능과 차단기능이 함께 포함된 보호기기로 고장전류가 흐를 경우, 즉각적으로 일시에 차단을 하게 된다.
라. 차동 계전기(Differential Relay): 전류의 차를 검출하여 고장을 판단하는 계전기로 보통 변압기, 모선, 발전기 보호에 사용된다.

① 가, 나, 다, 라
② 가, 라
③ 나, 다
④ 다, 라

정답 2번

간단한 해설

거리 계전기는 선로 임피던스를 이용하며 주로 **송전계통 보호**에 사용된다. 재폐로기는 고장전류를 차단한 뒤 **자동으로 재투입**하여 일시고장이 해소되면 전력 공급을 회복하는 장치로, 항상 즉시 차단하는 것은 아니다.

NoteBase

보기별 해설

가. O: 과전류 계전기는 전류가 설정값 이상인지를 검출하고, 동작 조건이 충족되면 차단기에 차단 신호를 보낸다. 보호협조를 위해 동작시간을 조정할 수 있다. 예를 들어 고장점에 가까운 보호장치가 먼저 동작하도록 하고, 상위 보호장치는 시간을 두고 후비보호를 하게 하여 **불필요한 정전 범위를 줄인다**.

나. X: 전압과 전류로 계전기에서 본 임피던스를 구하여 고장을 판단한다는 원리는 맞다. 다만 주된 적용 대상은 배전계통이 아니라 **송전계통**이다. 선로 임피던스가 선로 길이와 관련된다는 점을 이용하여, 측정한 임피던스가 설정한 보호구간에 해당하는지 판단한다.

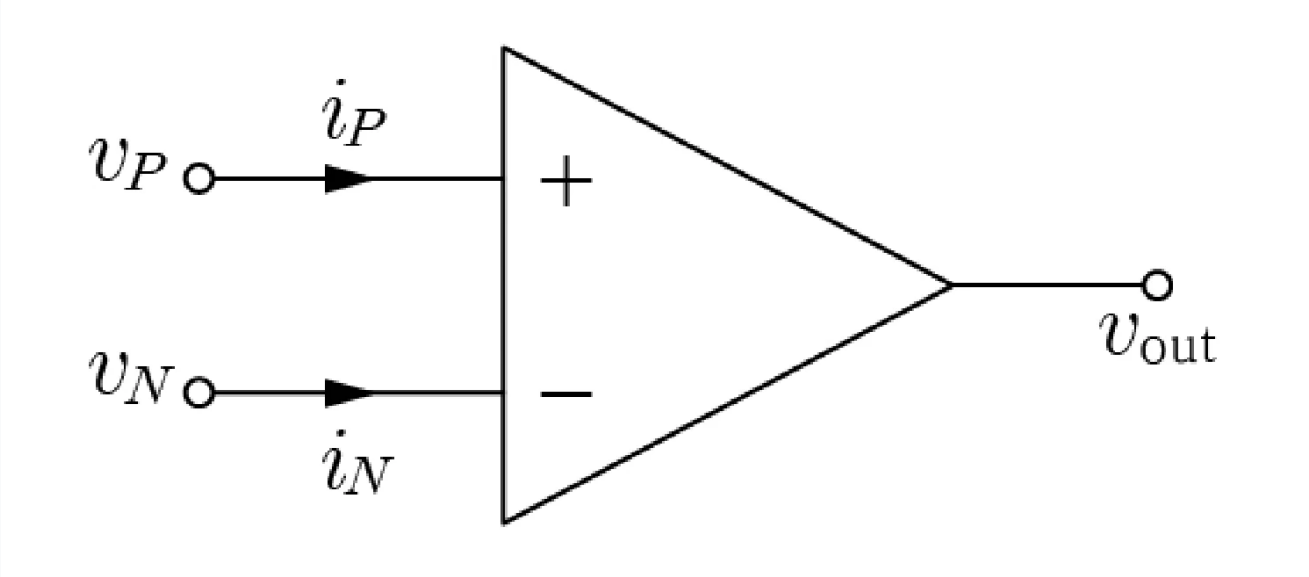
다. X: 재폐로기가 과전류 검출 기능과 차단 기능을 함께 갖는다는 부분은 맞다. 그러나 고장전류가 흐르면 항상 '즉각적으로 일시에 차단'하는 것으로 설명한 부분은 부정확하다. 설정된 시간-전류 특성에 따라 신속 동작이나 지연 동작으로 차단하고, 일정 시간 후 **자동으로 다시 투입**한다. 일시고장이 해소되면 공급을 유지하며, 고장이 계속되면 설정된 횟수까지 차단과 재투입을 반복한 뒤 개방 상태를 유지한다.

라. O: 차동 계전기는 보호구간으로 들어오는 전류와 나가는 전류를 비교한다. 정상 상태나 외부고장에서는 변류비와 위상차 등을 보정한 전류가 대체로 균형을 이루지만, **보호구간 내부고장**이 발생하면 전류의 차가 커져 이를 검출한다. 이 원리로 변압기, 모선, 발전기 등을 보호한다.

옳은 보기는 가, 라이며, 이는 ②의 조합에 해당한다.

NoteBase

문 5. 그림은 이상적인 연산증폭기(Op Amp)이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 입력 전압 v_P와 v_N은 같은 값을 갖는다.

② 입력 저항은 0의 값을 갖는다.

③ 입력 전류 i_P와 i_N은 서로 다른 값을 갖는다.

④ 출력 저항은 무한대의 값을 갖는다.

정답 1번

간단한 해설

이상적인 연산증폭기가 **음의 되먹임에 의해 포화되지 않고 선형 동작**하면 두 입력의 전압 차가 0이 되는 '가상 단락'이 성립한다. 이 조건에서 $v_P = v_N$이며, 두 입력 단자가 실제로 연결된다는 뜻은 아니다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 선형 동작을 전제로 한 가상 단락 관계이다. 그림의 +는 비반전 입력, −는 반전 입력이며, 출력은 두 입력의 전압 차를 증폭한다. 개방루프 전압 이득을 A라 하면 $v_{out} = A(v_P - v_N)$이다. 이상적인 이득이 무한대일 때 유한한 출력을 유지하는 선형 동작에서는 $v_P - v_N = 0$이므로 두 입력 전압이 같다. 이 관계는 보통 **음의 되먹임이 걸리고 출력이 포화되지 않는 조건**에서 적용한다. 그림에는 되먹임 경로가 표시되어 있지 않으므로, 입력 전압이 같다는 관계를 모든 동작 상태에 무조건 적용해서는 안 된다.

② X: 이상적인 연산증폭기 자체의 입력 저항은 0이 아니라 **무한대**이다. 입력 단자로 전류가 흘러들어 가지 않으므로, 앞단 회로에서 신호 전류를 끌어오지 않고 입력 전압을 받아들인다.

③ X: 이상적인 연산증폭기의 입력 전류는 서로 다른 값이 아니라 **둘 다 0**이다. 입력 저항이 무한대이므로 그림의 화살표로 표시한 두 입력 전류는 $i_P = i_N = 0$이다. 가상 단락은 전압이 같다는 뜻이며, 두 단자 사이에 전류가 흐르는 실제 단락과는 다르다.

④ X: 이상적인 연산증폭기의 출력 저항은 무한대가 아니라 **0**이다. 출력에서 부하로 전류를 공급해도 내부 출력 저항에 의한 전압 강하가 없으므로, 부하 전류 때문에 출력 전압이 낮아지지 않는다.

NoteBase

문 6. 평형 3상회로에 대한 설명 중 옳은 것을 모두 고르면? (단, 전압, 전류는 페이저로 표현되었다고 가정한다.)

가. Y결선 평형 3상회로에서 상전압은 선간전압에 비해 크기가 $1/\sqrt{3}$배이다.
나. Y결선 평형 3상회로에서 상전류는 선전류에 비해 크기가 $\sqrt{3}$배이다.
다. △ 결선 평형 3상회로에서 상전압은 선간전압에 비해 크기가 $\sqrt{3}$배이다.
라. △ 결선 평형 3상회로에서 상전류는 선전류에 비해 크기가 $1/\sqrt{3}$배이다.

① 가, 나
② 가, 라
③ 나, 라
④ 다, 라

정답 2번

간단한 해설

Y결선의 **선간전압**은 상전압 크기의 $\sqrt{3}$배이므로 상전압은 선간전압 크기의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배이다. △결선의 **선전류**도 상전류 크기의 $\sqrt{3}$배이므로 상전류는 선전류 크기의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배이다.

NoteBase

보기별 해설

상전압과 상전류는 각 상에 걸리는 전압과 각 상을 흐르는 전류이다. 선간전압은 두 선 사이의 전압이고, 선전류는 각 선을 흐르는 전류이다. 평형 3상에서는 각 상의 전압끼리, 전류끼리 크기가 같고 위상은 120°씩 다르다. 아래의 배수 관계는 페이저의 크기를 비교한 것이다.

가. O: Y결선의 선간전압은 **두 상전압 페이저의 차**이다. 크기가 같고 위상차가 120°인 두 페이저를 빼면 그 크기는 각 페이저 크기의 $\sqrt{3}$배가 된다. 따라서 선간전압은 상전압 크기의 $\sqrt{3}$배이고, 상전압은 선간전압 크기의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배이다.

나. X: Y결선에서는 각 선과 해당 상이 분기 없이 이어져 **선전류와 상전류가 같다**. 따라서 상전류는 선전류 크기의 1배이며, $\sqrt{3}$배라는 설명은 틀리다.

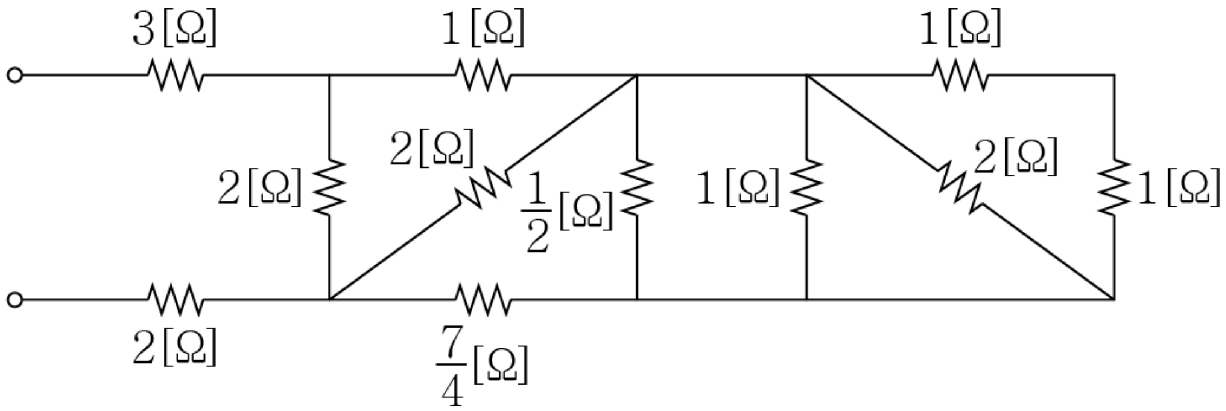
다. X: △결선에서는 각 상의 양 끝이 두 선에 직접 연결되므로 **상전압과 선간전압이 같다**. 따라서 상전압은 선간전압 크기의 1배이며, $\sqrt{3}$배라는 설명은 틀리다.

라. O: △결선의 선전류는 접속점에서 키르히호프의 전류 법칙을 적용하면 **두 상전류 페이저의 차**로 나타난다. 평형 상태에서 두 상전류의 크기는 같고 위상차는 120°이므로 선전류 크기는 상전류 크기의 $\sqrt{3}$배이다. 따라서 상전류는 선전류 크기의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배이다.

옳은 보기는 가, 라이므로 ②의 조합에 해당한다.

NoteBase

문 7. 다음의 합성저항의 값으로 옳은 것은?



① 9 [Ω]

② 8 [Ω]

③ 7 [Ω]

④ 6 [Ω]

정답 4번

간단한 해설

오른쪽 회로부터 직렬·병렬 관계를 정리하면, 왼쪽 위 3 Ω과 아래 2 Ω 사이의 내부 합성저항은 **1 Ω**이다. 두 저항을 내부 합성저항에 직렬로 더하면 전체 합성저항은 **6 Ω**이다.

NoteBase

계산 과정

접속점 설정: 왼쪽 위 3 Ω의 오른쪽 접속점을 A, 왼쪽 아래 2 Ω의 오른쪽 접속점을 B라 하자. 중앙의 위쪽 공통 도선을 C, 아래쪽 공통 도선을 D라 하면, 구할 값은 왼쪽 두 단자 사이의 합성저항이다. **도선으로 끊김 없이 이어진 부분은 같은 접속점**으로 본다.

오른쪽 C–D 구간: 맨 오른쪽 위와 세로의 1 Ω 두 개는 중간에 분기점이 없으므로 직렬이며, 합은 1 + 1 = 2 Ω이다. 이 가지와 오른쪽 대각선 2 Ω, 중앙 세로 1 Ω, 중앙 세로 1/2 Ω은 **모두 C와 D 사이에 연결된 병렬**이다.
병렬에서는 각 가지에 같은 전압이 걸리고 전류가 합쳐지므로 저항의 역수를 더한다. 각 저항을 Ω 단위의 수치로 넣으면 $\frac{1}{R_{CD}} = 2 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 4$이므로, $R_{CD} = \frac{1}{4}\Omega$이다.

B–C 구간: C–D 구간을 하나의 저항으로 바꾸면, 아래쪽 7/4 Ω과 이 저항은 D에서 직렬로 이어진다. 따라서 D를 거치는 B–C 경로의 저항은 $\frac{7}{4} + \frac{1}{4} = 2\Omega$이다. 이 경로는 왼쪽 대각선 2 Ω과 병렬이므로, B–C 합성저항은 $R_{BC} = \frac{2 \cdot 2}{2+2} = 1\Omega$이다.

A–B 구간: 위쪽 A–C의 1 Ω과 방금 구한 B–C의 1 Ω은 직렬이므로, C를 거치는 A–B 경로는 1 + 1 = 2 Ω이다. 이 경로와 왼쪽 세로 2 Ω이 병렬이므로, 내부 합성저항은 $R_{AB} = \frac{2 \cdot 2}{2+2} = 1\Omega$이다.

전체 합성저항: 왼쪽 위의 3 Ω, 내부 합성저항 1 Ω, 왼쪽 아래의 2 Ω에는 **두 단자 사이의 전체 전류가 차례로 흐르므로 직렬**이다. 따라서 전체 합성저항은 3 + 1 + 2 = 6 Ω이며, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 8. 다음 설명 중 옳은 것은 무엇인가?

① 전원회로에서 부하(load) 저항이 전원의 내부저항보다 커야 부하로 최대 전력이 공급된다.

② 코일의 권선수를 2배로 하면 자체 인덕턴스도 2배가 된다.

③ 같은 크기의 전류가 흐르고 있는 평행한 두 도선의 거리를 2배로 멀리하면 그 작용력은 반(1/2)이 된다.

④ 커패시터를 직렬로 연결하면 전체 정전용량은 커진다.

정답 3번

간단한 해설

평행한 두 도선 사이의 힘의 크기는 전류와 매질 조건이 같을 때 **도선 사이 거리에 반비례**한다. 따라서 거리가 2배가 되면 힘은 원래의 1/2이 된다.

선지별 해설

① X: 전원의 전압과 내부저항이 일정한 저항 회로에서 최대 전력 전달 조건은 **부하저항과 내부저항이 같을 때**이다. 전원전압을 E, 내부저항을 r, 부하저항을 R_L이라 하면, 전류는 $I = \frac{E}{r+R_L}$이고 부하전력은 $P_L = \frac{E^2 R_L}{(r+R_L)^2}$이다. 이 전력은 $R_L = r$일 때 최대이며, 부하저항이 내부저항보다 커지면 전류가 줄어 부하전력도 최대값보다 작아진다.

② X: 코일의 형상과 코어의 투자율이 같다면 자체 인덕턴스 L은 **권선수 N의 제곱에 비례**한다. 권선수가 늘면 같은 전류가 만드는 자속이 증가하고, 그 자속과 쇄교하는 권선수도 늘기 때문이다. 따라서 $L \propto N^2$이므로 권선수를 2배로 하면 자체 인덕턴스는 2배가 아니라 4배가 된다.

③ O: 평행한 긴 직선 도선 사이의 단위 길이당 힘의 크기는 $\frac{F}{\ell} = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi d}$이다. 여기서 μ는 매질의 투자율, I_1과 I_2는 두 전류의 크기, d는 도선 사이 거리이다. 전류와 매질, 힘을 비교하는 도선 길이가 같으면 **힘의 크기는 거리에 반비례**하므로, d가 2배가 될 때 힘은 원래의 1/2이 된다.

④ X: 커패시터를 직렬로 연결하면 전체 정전용량은 **각 커패시터의 정전용량보다 작아진다**. 직렬 연결에서는 각 커패시터에 같은 크기의 전하가 저장되고 전체 전압은 각 전압의 합이므로, 두 커패시터에 대해 $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$가 성립한다. 따라서 $C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$이며, 같은 정전용량 C인 두 개를 직렬로 연결하면 전체 정전용량은 $\frac{C}{2}$가 된다.

NoteBase

문 9. 자극의 세기가 2×10^{-6} [Wb], 길이가 10 [cm]인 막대자석을 120 [AT/m]의 평등 자계 내에 자계와 30°의 각도로 놓았을 때 자석이 받는 회전력은 몇 [N·m]인가?

① 1.2×10^{-5}
② 2.4×10^{-5}
③ 1.2×10^{-3}
④ 2.4×10^{-3}

정답 1번

간단한 해설

막대자석의 회전력은 **자계에 수직인 길이 성분**에 비례하므로 $\tau = mHl\sin 30^\circ$로 구한다. 길이를 0.10 m로 환산하여 대입하면 회전력은 $1.2 \times 10^{-5}\text{N} \cdot \text{m}$이다.

계산 과정

조건과 단위: 자극의 세기는 $m = 2 \times 10^{-6}\text{Wb}$, 자계의 세기는 H = 120 AT/m, 자석과 자계 사이의 각도는 30°이다. 길이는 **미터 단위로 환산**하여 l = 10 cm = 0.10 m로 쓴다.

각 자극에 작용하는 힘: 평등 자계에서 N극과 S극에는 크기가 같고 방향이 반대인 힘이 작용한다. 자극의 세기가 Wb로 주어졌으므로 각 힘의 크기는 $F = mH$이며, $F = (2 \times 10^{-6}) \cdot 120 = 2.4 \times 10^{-4}\text{N}$이다. 두 힘의 합은 0이지만 작용선이 달라 자석을 회전시키는 짝힘을 이룬다.

회전력 계산: 짝힘의 모멘트는 한쪽 힘의 크기에 **두 힘의 작용선 사이 수직거리**를 곱한다. 이 거리는 $d = l\sin 30^\circ = 0.10 \cdot \frac{1}{2} = 0.05\text{m}$이다. 따라서 $\tau = Fd = mHl\sin 30^\circ$이고, $\tau = (2.4 \times 10^{-4}) \cdot 0.05$에서 $\tau = 1.2 \times 10^{-5}\text{N} \cdot \text{m}$를 얻는다.

구한 회전력 $1.2 \times 10^{-5}\text{N} \cdot \text{m}$는 ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 10. 정격 100 [V], 2 [kW]의 전열기가 있다. 소비전력이 2,420 [W]라 할 때 인가된 전압은 몇 [V]인가?

① 90

② 100

③ 110

④ 120

정답 3번

간단한 해설

전열기의 **저항이 일정하면 소비전력은 전압의 제곱에 비례**한다. 소비전력이 정격의 1.21배이므로 전압은 정격의 1.1배인 110 V이다.

계산 과정

1. 정격으로 저항 구하기: 정격 100 V, 2 kW는 100 V를 인가했을 때 2,000 W를 소비한다는 뜻이다. 전열기를 **저항이 일정한 저항성 부하**로 보고, 전력 관계 $P = VI$에 옴의 법칙 $I = \frac{V}{R}$을 대입하면 $P = \frac{V^2}{R}$이다. 따라서 전열기의 저항은 $R = \frac{100^2}{2000} = 5\Omega$이다.

2. 소비전력으로 인가 전압 구하기: 같은 저항 5 Ω에서 소비전력이 2,420 W이므로 $V = \sqrt{PR}$를 적용한다. $V = \sqrt{2420 \cdot 5} = \sqrt{12100} = 110\text{V}$이다. 여기서 전압은 인가 전압의 크기를 뜻하므로 양의 값을 취한다.

인가된 전압은 110 V이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 12. $e = 100\sqrt{2}\sin wt + 50\sqrt{2}\sin 3wt + 25\sqrt{2}\sin 5wt[V]$**인 전압을** $R = 8[\Omega]$**,** $wL = 2[\Omega]$**의 직렬회로에 인가할 때 제3고조파 전류의 실효값[A]은?**

① 2.5

② 5

③ $5\sqrt{2}$

④ 10

정답 2번

간단한 해설

제3고조파에서는 유도 리액턴스가 **기본파의 3배**인 6 Ω가 되어 임피던스의 크기는 10 Ω이다. 제3고조파 전압의 실효값 50 V를 적용하면 전류의 실효값은 5 A이다.

계산 과정

제3고조파 전압의 실효값: 저항과 인덕터로 이루어진 선형 회로에서는 각 주파수 성분을 분리하여 계산할 수 있다. 주어진 전압에서 제3고조파는 $e_3 = 50\sqrt{2}\sin 3wt$이다. 정현파의 실효값은 **최댓값을** $\sqrt{2}$**로 나눈 값**이므로 $E_3 = \frac{50\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 50\text{V}$이다.

제3고조파 임피던스: 인덕터의 유도 리액턴스는 각주파수에 비례한다. 제3고조파의 각주파수는 $3w$이므로, 주어진 $wL = 2\Omega$를 이용하면 $X_{L3} = 3wL = 6\Omega$이다. 저항 8 Ω와 유도 리액턴스 6 Ω는 임피던스의 실수부와 허수부이므로 **크기를 단순히 더하지 않고** $|Z_3| = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\Omega$로 구한다.

제3고조파 전류의 실효값: 같은 주파수의 전압 실효값을 그 주파수에서의 임피던스 크기로 나눈다. 따라서 $I_3 = \frac{E_3}{|Z_3|} = \frac{50}{10} = 5\text{A}$이며, 이는 ②의 5 A에 해당한다.

NoteBase

문 13. 정재파비(S, standing wave ratio)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 정재파비 S=1+반사계수1-반사계수로 나타내며, ∞에 가까울수록 정합 상태가 좋다.

② 전압 정재파비와 저항 정재파비가 있다.

③ 데시벨[dB]로 나타내면 S=20_101-반사계수1+반사계수 [dB]이다.

④ 전송 선로에서 최대 전압과 최소 전압의 비로 구한다.

정답 4번

간단한 해설

정재파비는 전송 선로를 따라 나타나는 전압 진폭의 **최댓값을 최솟값으로 나눈 비**이다. 입사파와 반사파가 겹쳐 생기는 전압 진폭의 차이를 나타내며, 1에 가까울수록 정합 상태가 좋다.

선지별 해설

① X: 반사계수의 크기를 $r = |\Gamma|$라 하면 정재파비는 $S = \frac{1+r}{1-r}$이다. 반사가 없으면 r = 0이므로 S = 1이고, 반사가 커져 r이 1에 가까워지면 S는 무한대로 커진다. 따라서 정합 상태는 ∞가 아니라 **1에 가까울수록 좋다**.

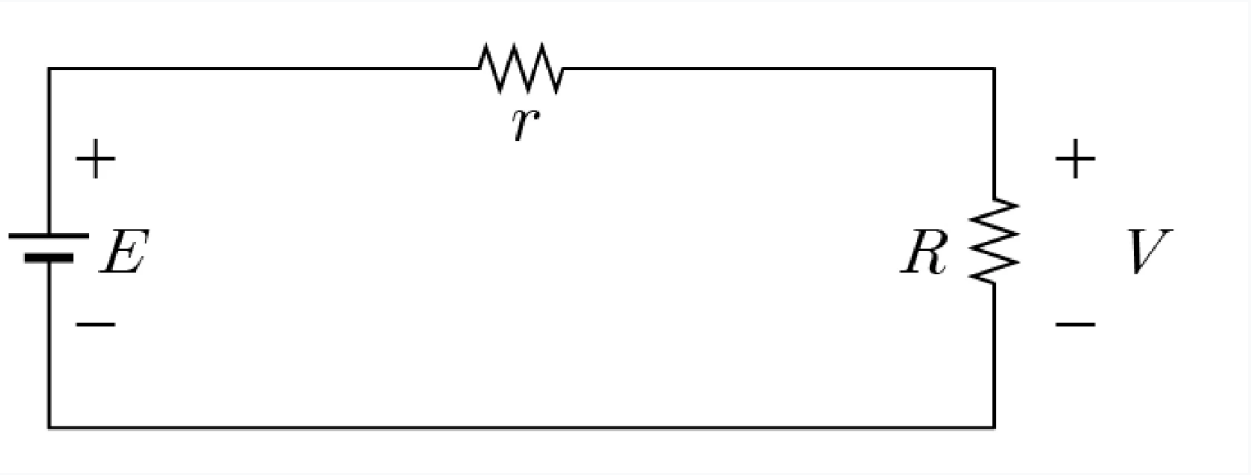
② X: 정재파비는 전압의 최댓값과 최솟값으로 구하는 전압 정재파비와, 전류의 최댓값과 최솟값으로 구하는 **전류 정재파비**로 나타낼 수 있다. '저항 정재파비'를 '전류 정재파비'로 고쳐야 한다. 무손실 전송 선로에서는 두 비의 값이 같아 $\frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{I_{max}}{I_{min}}$이다.

③ X: 전압비를 데시벨로 나타낼 때는 그 비에 상용로그를 취하고 20을 곱한다. 따라서 정재파비의 데시벨값은 $S_{dB} = 20\log_{10} S$이며, 반사계수의 크기 r을 쓰면 $S_{dB} = 20\log_{10}\frac{1+r}{1-r}$ dB이다. 선지는 **분자와 분모를 거꾸로** 놓았으므로 올바른 데시벨값과 부호가 반대이다.

④ O: 입사파와 반사파가 겹치면 선로의 위치에 따라 전압 진폭이 커지거나 작아진다. 이때 전압 진폭의 최댓값을 최솟값으로 나눈 $S = \frac{V_{max}}{V_{min}}$이 전압 정재파비이다. 여기서 최대 전압과 최소 전압은 한 지점의 시간에 따른 순간값이 아니라 **선로의 위치에 따른 전압 진폭의 최댓값과 최솟값**을 뜻한다.

NoteBase

문 14. 그림과 같은 회로에서 저항 R의 양단에 걸리는 전압을 V라고 할 때 기전력 E[V]의 값은?



① $V(1-\frac{R}{r})$
② $V(1+\frac{r}{R})$
③ $V(1-\frac{r}{R})$
④ $V(1+\frac{2R}{r})$

정답 2번

간단한 해설

기전력은 **두 직렬 저항의 전압 강하를 합한 값**이다. 저항 R에 흐르는 전류가 $I=\frac{V}{R}$이므로, $E=V(1+\frac{r}{R})$이며 단위는 V이다.

계산 과정

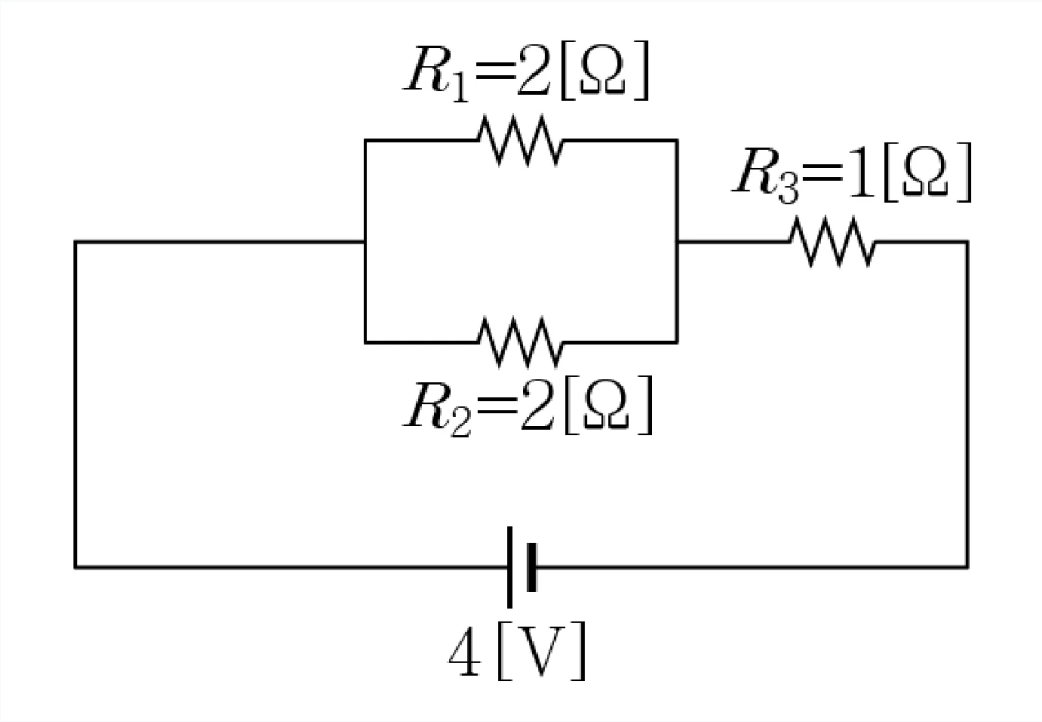
1. 회로 전류 구하기: 그림에서 저항 r과 R은 분기 없이 직렬로 연결되어 있으므로 **같은 전류**가 흐른다. 이 전류를 I라 하면, 저항 R 양단의 전압이 V이므로 옴의 법칙에 따라 $I=\frac{V}{R}$이다. 전압을 V, 저항을 Ω 단위로 넣으면 전류의 단위는 A이다.

2. 저항 r의 전압 강하 구하기: 저항 r에도 전류 I가 흐르므로 전압 강하는 $Ir=\frac{V}{R}\cdot r=\frac{Vr}{R}$이다. 이는 기전력 중 저항 R의 전압 V 외에 필요한 전압이며, 단위는 V이다.

3. 기전력 구하기: 전원의 +극에서 출발하여 두 저항을 거쳐 −극으로 돌아가는 방향으로 키르히호프 전압 법칙을 적용하면 $E-Ir-IR=0$이다. 따라서 기전력은 **두 저항의 전압 강하의 합**으로, $E=V+\frac{Vr}{R}$이다. 이를 묶으면 $E=V(1+\frac{r}{R})$이며 단위는 V이다. 이 식은 ②와 일치한다.

NoteBase

문 15. 그림과 같은 회로에서 저항 R_1에서 소모되는 전력[W]은 얼마인가?



① 0.5

② 1

③ 2

④ 4

정답 3번

간단한 해설

R_1 양단 전압은 **2 V**이며, 저항의 소비 전력은 **전압의 제곱을 저항으로 나눈 값**이다. 따라서 $P_1 = \frac{2^2}{2} = 2\mathrm{W}$이다.

NoteBase

계산 과정

병렬 합성저항: 그림에서 R_1과 R_2는 양 끝이 각각 같은 두 점에 연결된 **병렬 연결**이다. 두 저항이 각각 2 Ω이므로 병렬 부분의 합성저항은 $R_p = \frac{2 \cdot 2}{2+2} = 1\Omega$이다.

전체 전류: 병렬 부분과 R_3는 직렬이므로 전체 저항은 R_전체=1+1=2 Ω이다. 전원 전압이 4 V이므로 옴의 법칙에 따라 전체 전류는 $I = \frac{4}{2} = 2\text{A}$이다. 이 전류는 병렬 부분에 들어가기 전의 전류이며, 두 저항으로 나뉘어 흐른다.

R_1 양단 전압: 병렬 부분의 전압은 $V_p = IR_p = 2 \cdot 1 = 2\text{V}$이다. 병렬로 연결된 저항은 **양단 전압이 같으므로** R_1에도 2 V가 걸린다.

소비 전력: 저항에서는 $P = VI$와 $I = \frac{V}{R}$를 결합하여 $P = \frac{V^2}{R}$를 쓸 수 있다. 따라서 R_1의 소비 전력은 $P_1 = \frac{2^2}{2} = 2\text{W}$이며, ③의 2 W에 해당한다.

NoteBase

문 16. $e = E_m \sin(\omega t + 30^\circ)$ **[V]이고** $i = I_m \cos(\omega t - 60^\circ)$ **[A]일 때 전류는 전압보다 위상이 어떻게 되는가?**

① $\frac{\pi}{6}$ [rad]만큼 앞선다.

② $\frac{\pi}{6}$ [rad]만큼 뒤선다.

③ $\frac{\pi}{3}$ [rad]만큼 뒤선다.

④ 전압과 전류는 동상이다.

정답 4번

간단한 해설

전류를 사인함수로 바꾸면 $i = I_m \sin(\omega t + 30^\circ)$가 되어 전압과 위상각이 같다. 두 파형의 위상차는 0 rad이므로 **동상**이다.

계산 과정

위상 비교의 기준: 전압과 전류는 각주파수 ω가 같으므로, **같은 삼각함수로 표현한 뒤** 위상각을 비교한다. 코사인을 사인으로 바꾸는 관계는 $\cos\theta = \sin(\theta + 90^\circ)$이다. 최댓값 E_m, I_m의 크기는 위상차에 영향을 주지 않는다.

전류의 사인함수 변환: 전류식의 코사인을 사인으로 바꿀 때 각도에 90°를 더한다. 따라서 $i = I_m \sin(\omega t - 60^\circ + 90^\circ)$이고, 이를 정리하면 $i = I_m \sin(\omega t + 30^\circ)$이다.

위상차 계산: 사인함수를 기준으로 전압의 위상각은 $\phi_e = 30^\circ$, 전류의 위상각도 $\phi_i = 30^\circ$이다. 전류에서 전압의 위상각을 빼면 $\phi_i - \phi_e = 30^\circ - 30^\circ = 0^\circ$, 즉 0 rad이다. 따라서 전류는 전압보다 앞서거나 뒤지지 않으며, 두 파형은 **최댓값과 영점을 지나는 시점이 같은 동상**이다. 이는 ④의 '전압과 전류는 동상이다'에 해당한다.

NoteBase

문 17. 다음 설명 중 옳은 것을 모두 고르면?

가. 부하율 : 수용가 또는 변전소 등 어느 기간 중 평균 수요전력과 최대 수요전력의 비를 백분율로 표시한 것
나. 수용률 : 어느 기간 중 수용가의 최대 수요전력과 사용전기설비의 정격용량[W]의 합계의 비를 백분율로 표시한 것
다. 부등률 : 하나의 계통에 속하는 수용가의 각각의 최대 수요전력의 합과 각각의 사용전기설비의 정격용량[W]의 합의 비

① 가, 나
② 가, 다
③ 나, 다
④ 가, 나, 다

정답 1번

간단한 해설

부하율은 최대 수요전력에 대한 평균 수요전력의 비이고, 수용률은 설비 정격용량 합계에 대한 최대 수요전력의 비이다. 부등률은 개별 최대 수요전력의 합을 **계통 전체의 합성 최대 수요전력**으로 나눈 값이다.

보기별 해설

가. O: 부하율은 일정 기간의 **평균 수요전력을 같은 기간의 최대 수요전력으로 나눈 값**을 백분율로 나타낸 것이다. 평균 수요전력이 최대 수요전력에 가까울수록 부하율이 높으며, 이는 그 기간의 부하가 비교적 고르게 유지되었다는 뜻이다.

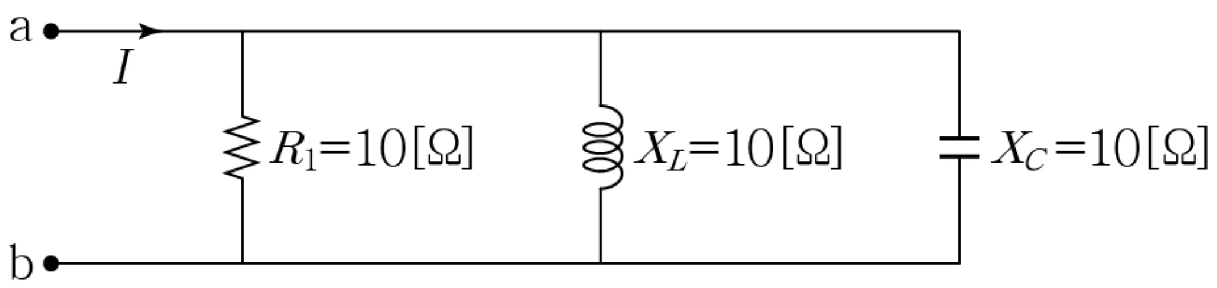
나. O: 수용률은 일정 기간의 **최대 수요전력을 사용전기설비의 정격용량 합계로 나눈 값**을 백분율로 나타낸 것이다. 설치된 설비가 모두 동시에 정격으로 사용되는 것은 아니므로, 설비용량 중 실제 최대 수요전력이 차지하는 비중을 나타낸다.

다. X: 부등률은 각 수용가의 최대 수요전력 합계를 계통 전체의 합성 최대 수요전력으로 나눈 값이다. 따라서 분모의 '각각의 사용전기설비의 정격용량의 합'을 **'계통 전체의 합성 최대 수요전력'**으로 고쳐야 한다. 수용가마다 최대 수요가 발생하는 시각이 다를 수 있으므로, 개별 최대 수요전력의 합과 계통 전체에서 동시에 나타나는 최대 수요전력을 구별한다.

옳은 보기는 가, 나이며, 이 조합은 ①에 해당한다.

NoteBase

문 18. 아래 그림과 같은 *RLC* 병렬회로에서 a, b 단자에 $v = 100\sqrt{2}\sin(\omega t)[V]$인 교류를 가할 때, 전류 *I*의 실효값[A]은 얼마인가?



① $\frac{100}{\sqrt{3}}$

② 10

③ $10\sqrt{2}$

④ $100\sqrt{2}$

정답 2번

간단한 해설

코일과 커패시터의 리액턴스가 같으므로 두 가지의 전류는 크기가 같고 위상이 반대여서 **서로 상쇄**된다. 전원 전류는 저항에 흐르는 전류만 남으며, 전압의 실효값이 100 V이므로 전류의 실효값은 10 A이다.

계산 과정

전압의 실효값: 주어진 정현파 전압의 최댓값은 $100\sqrt{2}$V이다. 정현파의 실효값은 최댓값을 $\sqrt{2}$로 나눈 값이므로 $V = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100$V이다. 그림의 세 소자는 병렬로 연결되어 있으므로 **각 가지에 같은 실효전압 100 V**가 걸린다.

각 가지의 전류: 그림에서 저항과 두 리액턴스는 모두 10 Ω이다. 따라서 저항 전류는 $I_R = \frac{V}{R_1} = \frac{100}{10} = 10$A, 코일 전류는 $I_L = \frac{V}{X_L} = 10$A, 커패시터 전류는 $I_C = \frac{V}{X_C} = 10$A이다.

위상을 고려한 합성: 저항 전류는 전압과 동상이고, 코일 전류는 전압보다 90° 늦으며, 커패시터 전류는 전압보다 90° 앞선다. 따라서 **코일 전류와 커패시터 전류는 위상차가 180°**여서 서로 상쇄된다. 가지 전류의 실효값을 단순히 더하면 안 되며, 전원 전류의 실효값은 $I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$로 구한다.

전원 전류의 실효값: $I = \sqrt{10^2 + (10-10)^2} = 10$A이다. 이는 선택지 ②의 10 A에 해당한다.

NoteBase

문 19. RLC **직렬회로에서** R, L, C **값이 각각 2배가 되면 공진 주파수는 어떻게 변하는가?**

① 변화 없다.

② 2배 커진다.

③ $\sqrt{2}$ 배 커진다.

④ 1/2로 줄어든다.

정답 4번

간단한 해설

직렬 공진 주파수는 $\sqrt{LC}$에 반비례한다. L과 C가 각각 2배가 되면 LC는 4배, 그 제곱근은 2배가 되므로 공진 주파수는 **원래의 1/2로 줄어든다**.

계산 과정

공진 조건: RLC 직렬회로는 코일과 커패시터의 리액턴스가 같아 서로 상쇄될 때 공진한다. 공진 각주파수를 ω_0라 하면 $\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$이므로, 원래의 공진 주파수는 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$이다. **R은 공진 주파수를 결정하지 않으므로** 저항이 2배가 되어도 이 식에는 영향을 주지 않는다.

소자값 변화: 변화 후 인덕턴스와 정전용량을 각각 L_1, C_1이라 하면 $L_1 = 2L$, $C_1 = 2C$이다. 따라서 $L_1 C_1 = 4LC$이고 $\sqrt{L_1 C_1} = 2\sqrt{LC}$이다. 즉, 공진 주파수 식의 **분모가 2배**가 된다.

주파수 변화: 변화 후 공진 주파수를 f_1이라 하면 $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}} = \frac{f_0}{2}$이다. 공진 주파수는 원래의 1/2로 줄어들며, 이는 ④의 내용과 일치한다.

NoteBase

문 20. 기본파의 실효값이 100 [V]라 할 때 기본파의 3[%]인 제3고조파와 4[%]인 제5고조파를 포함하는 전압파의 왜형률[%]은?

① 1

② 3

③ 5

④ 7

정답 3번

간단한 해설

왜형률은 **고조파 전체의 실효값을 기본파의 실효값으로 나눈 비율**이다. 제3·제5고조파의 실효값을 제곱합의 제곱근으로 합성하면 5 V이므로, 기본파 100 V에 대한 왜형률은 5%이다.

계산 과정

왜형률은 기본파를 제외한 고조파 전체의 실효값이 **기본파의 실효값**에 대해 차지하는 비율이다. 기본파, 제3고조파, 제5고조파의 실효값을 각각 V_1, V_3, V_5라 두면, 주어진 고조파만 포함하는 이 전압파의 왜형률은 $\frac{\sqrt{V_3^2 + V_5^2}}{V_1} \cdot 100\%$이다.

각 고조파의 실효값: 기본파의 실효값은 100 V이다. 제3고조파는 기본파의 3%이므로 $V_3 = 100 \cdot \frac{3}{100} = 3\text{V}$, 제5고조파는 4%이므로 $V_5 = 100 \cdot \frac{4}{100} = 4\text{V}$이다.

고조파 전체의 실효값: 서로 다른 차수의 정현파 성분은 기본파의 한 주기 동안 곱의 평균이 0이므로, 합성파의 실효값은 **각 성분 실효값의 제곱합에 제곱근을 취해** 구한다. 따라서 고조파 전체의 실효값은 $\sqrt{3^2 + 4^2} = 5\text{V}$이다.

왜형률 계산: 고조파 전체의 실효값 5 V를 기본파의 실효값 100 V로 나누면 $\frac{5}{100} \cdot 100\% = 5\%$이다. 이는 ③의 5에 해당한다.

NoteBase