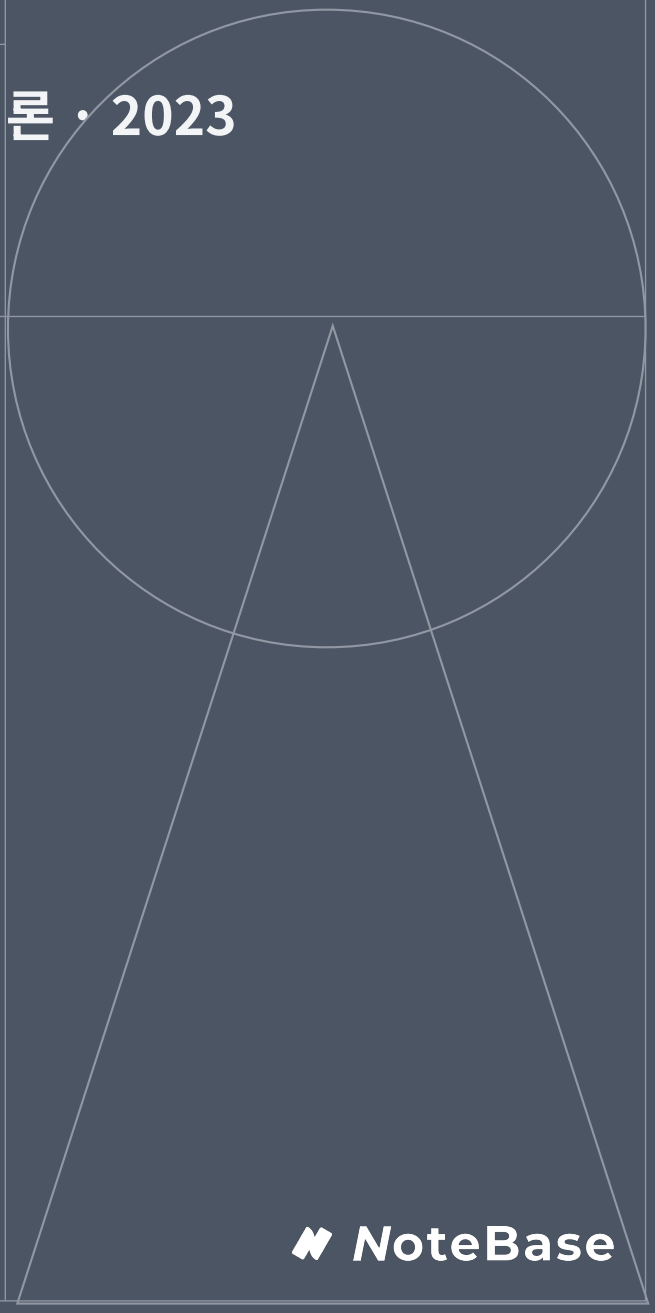
# 기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 회로이론 · 2023



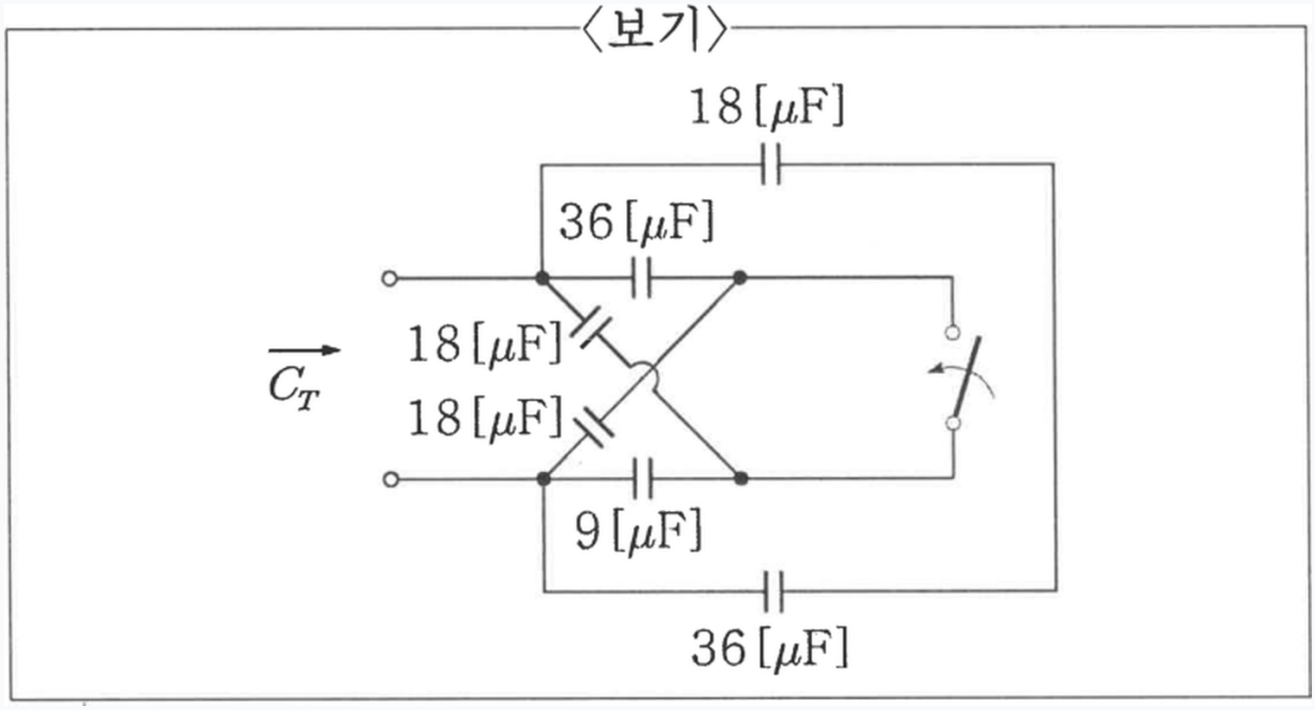
NoteBase

# 기출OX 해설집

## 공무원/서울시/7급 · 회로이론 · 2023

공무원/서울시/7급 · 회로이론 · 2023

**문 1. <보기>의 회로에서 스위치가 닫혔을 때 $C_T$의 값[$\mu F$]과 스위치가 열렸을 때 $C_T$의 값[$\mu F$]의 합은?**




① 20

② 40

③ 60

④ 80

**정답 3번**

**출제 포인트**

이 문제는 스위치의 개폐에 따라 같은 노드가 되는 지점을 다시 묶은 뒤, 직렬·병렬 합성정전용량을 계산하는 문제이다.

NoteBase

### 조건 정리

주어진 값: 바깥 위 가지는 18[μF], 바깥 아래 가지는 36[μF], 안쪽 위 가로 가지는 36[μF], 안쪽 아래 가로 가지는 9[μF], 대각선 두 가지는 각각 18[μF]이다.
구해야 할 값: 스위치가 닫혔을 때의 $C_T$와 열렸을 때의 $C_T$를 각각 구해 그 합을 계산하는 것이다.
주의할 조건: 가운데 교차한 두 대각선은 접속점이 아니고, 스위치가 닫힐 때만 오른쪽 위아래 점이 같은 노드가 된다.

### 사용할 공식

직렬 연결은 $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$이고, 병렬 연결은 $C_{eq} = C_1 + C_2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 스위치 상태에 따라 회로를 직렬 묶음과 병렬 묶음으로 단계적으로 단순화할 수 있기 때문이다.

### 계산 과정

1. 스위치가 닫히면 오른쪽 위점과 아래점이 같은 노드가 된다. 따라서 안쪽 회로에서 왼쪽 위 단자와 오른쪽 공통 노드 사이에는 $36 + 18 = 54[\mu F]$, 왼쪽 아래 단자와 오른쪽 공통 노드 사이에는 $18 + 9 = 27[\mu F]$의 병렬 합성이 생긴다. 이 둘은 서로 직렬이므로 안쪽 회로의 합성정전용량은 $\frac{54 \times 27}{54 + 27} = 18[\mu F]$이다.
2. 바깥 회로는 스위치 상태와 무관하게 $18[\mu F]$와 $36[\mu F]$의 직렬이므로 $\frac{18 \times 36}{18 + 36} = 12[\mu F]$이다. 따라서 스위치가 닫혔을 때 전체 $C_T$는 $18 + 12 = 30[\mu F]$이다.
3. 스위치가 열리면 오른쪽 위점과 아래점이 분리된다. 안쪽 회로는 (36와 18)의 직렬 가지와 (18와 9)의 직렬 가지가 병렬인 형태가 된다. 따라서 안쪽 회로는 $\frac{36 \times 18}{36 + 18} = 12[\mu F]$, $\frac{18 \times 9}{18 + 9} = 6[\mu F]$이어서 합이 $18[\mu F]$이다. 여기에 바깥 회로 $12[\mu F]$를 병렬로 더하면 열린 경우도 $C_T = 30[\mu F]$이다.
4. 따라서 두 경우의 합은 $30 + 30 = 60[\mu F]$이다.

NoteBase

**선지 판단**

① X
- 계산 결과 두 경우의 합은 60[μF]이므로 20[μF]는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 값 20이다. 올바르게는 합이 60[μF]이다.

② X
- 계산 결과는 60[μF]이므로 40[μF]는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 값 40이다. 올바르게는 합이 60[μF]이다.

③ O
- 스위치를 닫았을 때와 열었을 때가 각각 30[μF]이므로 합은 60[μF]이다.
- 계산 결과와 일치하므로 옳다.

④ X
- 계산 결과는 60[μF]이므로 80[μF]는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 값 80이다. 올바르게는 합이 60[μF]이다.

**오답 포인트**

교차한 대각선이 서로 연결된다고 잘못 보면 회로 구조를 완전히 다르게 해석하게 된다. 또한 스위치가 닫힐 때 오른쪽 두 점만 같은 노드가 된다는 점과, 바깥쪽 18[μF]-36[μF] 직렬 가지는 두 상태 모두 그대로 남는다는 점을 놓치기 쉽다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

스위치 회로는 먼저 같은 노드가 되는 점과 분리되는 점을 표시한 뒤, 교차선의 접속 여부를 확인하고, 각 상태를 직렬·병렬의 기본 형태로 다시 그려서 계산하면 된다. 마지막에는 문제에서 한 상태의 값이 아니라 두 상태의 합을 묻는지도 확인해야 한다.

**암기 포인트**

스위치 닫힘은 노드 병합, 스위치 열림은 가지 분리로 보고 직렬·병렬을 다시 정리한다.

NoteBase

**문 2.** 100[$V$]에서 동작하는 히터의 전력을 $P_1[W]$, 이 히터를 25[$V$]에서 가동 시 전력을 $P_2[W]$라고 할 때 $\frac{P_2}{P_1}$는?

① $\frac{1}{4}$
② $\frac{1}{8}$
③ $\frac{1}{16}$
④ $\frac{1}{32}$

**정답 3번**

### 출제 포인트

이 문제는 저항이 일정한 히터에서 전력이 전압의 제곱에 비례한다는 관계를 이용해 $\frac{P_2}{P_1}$를 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값: 첫 전압은 100[V], 둘째 전압은 25[V]이다.
구해야 할 값: $\frac{P_2}{P_1}$이다.
주의할 조건: 같은 히터이므로 저항 $R$은 일정하다.

### 사용할 공식

$$P = \frac{V^2}{R}$$
$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2^2/R}{V_1^2/R} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

이 공식을 쓰는 이유는 히터를 저항 부하로 보면 같은 기기에서는 저항이 변하지 않으므로 전력비가 전압비의 제곱으로 바로 정리되기 때문이다.

### 계산 과정

1. 첫 상태 전력은 $P_1 = \frac{100^2}{R}$이다.
2. 둘째 상태 전력은 $P_2 = \frac{25^2}{R}$이다.
3. 따라서 $\frac{P_2}{P_1} = \frac{25^2}{100^2} = \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{16}$이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① X
값 $\frac{1}{4}$는 전력이 전압에 비례한다고 잘못 본 결과이다. 이 문항은 전력비를 묻고 있으므로 올바르게는 $\frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{16}$이다.

② X
값 $\frac{1}{8}$는 제곱 관계를 끝까지 처리하지 않거나 중간에 약분을 잘못한 값이다. 같은 저항 부하에서는 전압비 $\frac{25}{100} = \frac{1}{4}$를 한 번 더 제곱해야 하므로 올바르게는 $\frac{1}{16}$이다.

③ O
같은 히터이므로 $R$이 일정하고 전력은 $P = \frac{V^2}{R}$이다. 따라서 $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{25}{100}\right)^2 = \frac{1}{16}$이므로 옳다.

④ X
값 $\frac{1}{32}$는 $\frac{1}{16}$을 구한 뒤 다시 2로 나누는 식의 불필요한 추가 연산이 들어간 값이다. 전력비는 이미 $\frac{25^2}{100^2}$에서 끝나므로 올바르게는 $\frac{1}{16}$이다.

### 오답 포인트

전압을 4분의 1로 낮추면 전력도 4분의 1이 된다고 보는 선형 비례 착각이 가장 흔한 함정이다. 저항이 일정한 전열기 전력은 전압의 제곱에 비례하므로 전압비를 먼저 구한 뒤 반드시 제곱까지 반영해야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

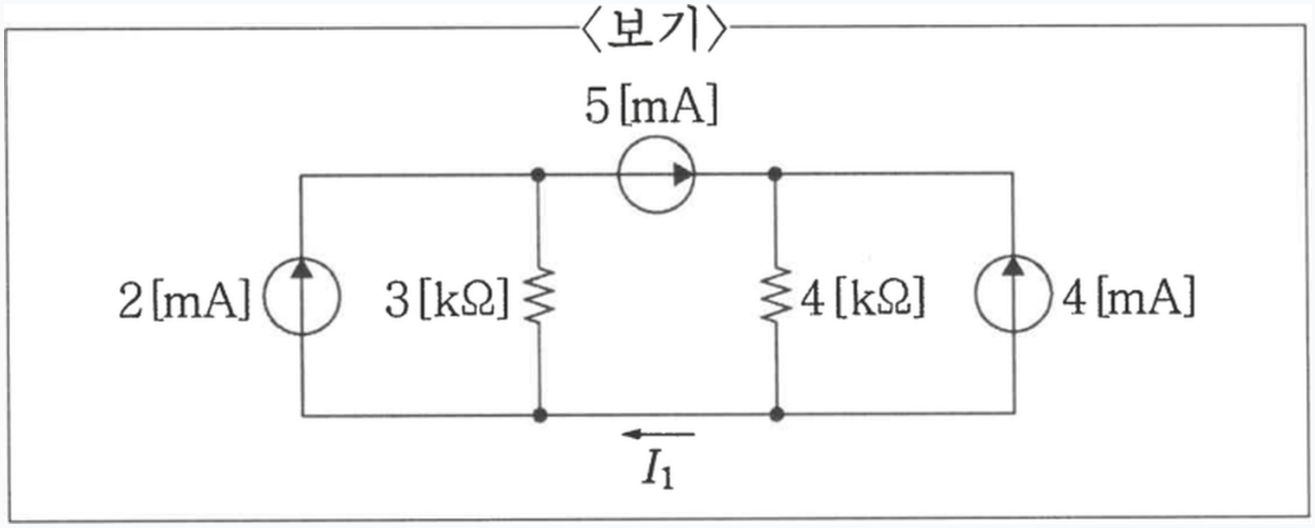
같은 저항 부하의 전압 변화 문제는 먼저 저항이 일정한지 확인하고, 일정하면 $P \propto V^2$로 바꾸어 전압비를 제곱해 판단한다.

### 암기 포인트

같은 저항 히터는 전압이 $n$배이면 전력은 $n^2$배가 된다.

NoteBase

**문 3. <보기>의 회로에서 $I_1$의 값[$mA$]은?**




① 2

② 3

③ 4

④ 5

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 회로의 각 노드와 바닥선 구간에 키르히호프 전류법칙을 적용하여 $I_1$을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값:
- 왼쪽 전류원은 위쪽으로 2mA이다.
- 가운데 위쪽 전류원은 왼쪽 노드에서 오른쪽 노드로 5mA이다.
- 오른쪽 전류원은 위쪽으로 4mA이다.
- $I_1$은 아래쪽 가운데 도선에서 왼쪽 방향 전류이다.

구해야 할 값:
- 아래쪽 가운데 도선의 전류 $I_1$

주의할 조건:
- 이 문항은 저항값 $3k\Omega$, $4k\Omega$를 직접 계산에 쓰지 않아도 된다.
- 도선 구간 전류는 각 가지 전류의 합과 차로 결정된다.

NoteBase

**기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 회로이론 · 2023**

**사용할 공식**

키르히호프 전류법칙 *KCL*을 사용한다.
한 노드로 들어오는 전류의 합 = 한 노드에서 나가는 전류의 합
이 공식을 쓰는 이유:
이 회로는 $I_1$이 한 도선 구간을 흐르는 전류이므로, 해당 구간 양쪽 가지에서 아래로 들어오거나 위로 빠져나가는 전류를 비교하면 바로 구할 수 있다.

**계산 과정**

1. 오른쪽 위 노드에서 보면 왼쪽에서 5mA가 들어오고, 오른쪽 전류원에서 4mA가 아래 노드에서 위 노드로 들어온다.
2. 따라서 오른쪽의 $4k\Omega$ 저항으로는 아래쪽으로 총 9mA가 흘러 내려가야 한다.
$I_{4k\Omega} = 5 + 4 = 9mA$
3. 오른쪽 아래 노드에는 저항을 통해 9mA가 들어오고, 이 중 4mA는 오른쪽 전류원으로 다시 위쪽으로 올라간다.
4. 남는 5mA가 가운데 아래 도선을 따라 왼쪽으로 흘러야 하므로
$I_1 = 9 - 4 = 5mA$
이다.

**선지 판단**

① X
- $I_1 = 2mA$라고 보면 왼쪽 전류원 값만 본 셈이다. 실제로는 오른쪽 아래 노드에서 $9mA - 4mA = 5mA$가 왼쪽으로 이동한다. 틀린 표현은 "$I_1 = 2mA$"이고, 올바르게는 "$I_1 = 5mA$"이다.

② X
- $I_1 = 3mA$는 왼쪽 위 노드에서 $5 - 2 = 3mA$만 보고 저항 가지 전류만 따졌을 때 나오는 값이다. 그러나 문제의 $I_1$은 저항 전류가 아니라 아래쪽 도선 구간 전류이므로 5mA가 맞다. 틀린 표현은 "$I_1 = 3mA$"이고, 올바르게는 "$I_1 = 5mA$"이다.

③ X
- $I_1 = 4mA$는 오른쪽 전류원 값만 본 오답이다. 오른쪽 아래 노드에는 저항을 통해 9mA가 들어오므로, 4mA를 위로 보내고 남는 5mA가 왼쪽으로 흘러야 한다. 틀린 표현은 "$I_1 = 4mA$"이고, 올바르게는 "$I_1 = 5mA$"이다.

④ O
- 오른쪽 아래 노드에서 유입 전류 9mA와 유출 전류 4mA를 비교하면 가운데 아래 도선으로 5mA가 왼쪽으로 흐른다. 따라서 $I_1 = 5mA$가 맞다.

NoteBase

### 오답 포인트

저항값 $3k\Omega$, $4k\Omega$가 보이면 전압이나 저항 계산을 먼저 떠올리기 쉽지만, 이 문항은 전류원과 도선 전류만으로 풀린다. 또한 $I_1$을 저항 가지 전류로 착각하면 3mA 같은 오답으로 흐르기 쉽다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

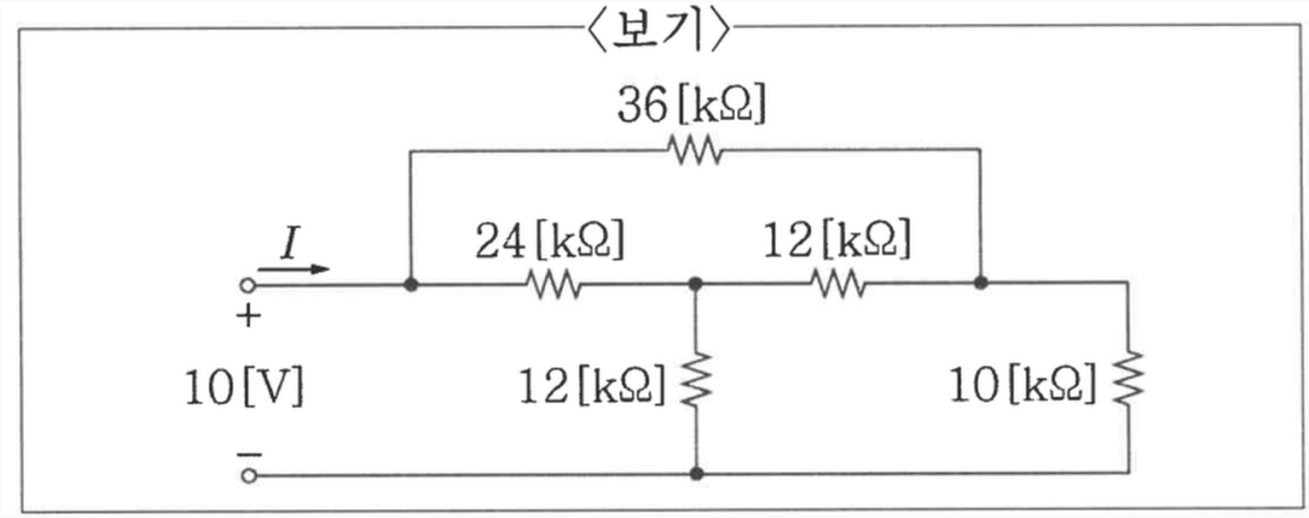
회로에서 특정 도선 구간의 전류를 물으면 그 구간 양쪽 노드에 대해 먼저 KCL을 적용한다. 저항값이 보여도 전류원만으로 전류 분배가 정해지면 숫자 합과 차만으로 답이 결정된다.

### 암기 포인트

도선 전류는 해당 노드의 전류수지로 본다. 이 문항의 핵심은 "오른쪽 아래 노드에서 $9 - 4 = 5mA$"이다.

NoteBase

**문 4. <보기>의 회로에서 입력단의 전류 $I$의 값$[mA]$은?**




① 0.5

② 1.0

③ 1.5

④ 2.0

**정답 1번**

**출제 포인트**

이 문제는 저항망의 등가저항을 구한 뒤 옴의 법칙으로 입력단 전류를 계산할 수 있는지를 묻는다.

**조건 정리**

입력 전압은 10[V]이다.
구해야 할 값은 입력단 전류 $I$이다.
입력 노드를 $A$, 가운데 노드를 $B$, 오른쪽 노드를 $C$로 두면 저항은 $A-B$ 사이 24[kΩ], $B-C$ 사이 12[kΩ], $A-C$ 사이 36[kΩ], $B$-접지 사이 12[kΩ], $C$-접지 사이 10[kΩ]이다.

**사용할 공식**

입력전류는 $I = V/R_{eq}$로 구한다.
이 회로는 브리지 형태라 단순 직렬·병렬 합성만으로는 바로 정리되지 않으므로 노드 전압법으로 내부 노드 전압을 먼저 구한다.

$$\frac{V_B - V_A}{24} + \frac{V_B - V_C}{12} + \frac{V_B}{12} = 0, \qquad \frac{V_C - V_A}{36} + \frac{V_C - V_B}{12} + \frac{V_C}{10} = 0$$

NoteBase

**계산 과정**

입력 노드 전압을 $V_A = 10$으로 둔다.
첫째 식은 $5V_B - 2V_C = 10$이 된다.
둘째 식은 $-15V_B + 38V_C = 50$이 된다.
두 식을 풀면 $V_C = 2.5[V]$, $V_B = 3[V]$이다.
따라서 입력전류는
$I = \frac{10-3}{24} + \frac{10-2.5}{36} = \frac{7}{24} + \frac{7.5}{36} = 0.2917 + 0.2083 = 0.5[mA]$
이다.
따라서 등가저항은 $R_{eq} = 10/0.5 = 20[k\Omega]$이다.

**선지 판단**

① O
계산 결과 입력단 전류가 0.5[mA]이므로 맞다.
② X
②의 1.0[mA]는 등가저항이 10[kΩ]일 때의 값인데, 실제 회로의 등가저항은 20[kΩ]이다. 옳게는 입력단 전류가 0.5[mA]이다.
③ X
③의 1.5[mA]는 등가저항이 약 6.67[kΩ]일 때의 값인데, 이 회로는 브리지 연결이라 그렇게 작아지지 않는다. 옳게는 입력단 전류가 0.5[mA]이다.
④ X
④의 2.0[mA]는 등가저항이 5[kΩ]일 때의 값인데, 회로를 무리하게 병렬로만 합치면 나올 수 있는 오답이다. 옳게는 입력단 전류가 0.5[mA]이다.

**오답 포인트**

24[kΩ], 12[kΩ], 36[kΩ] 부분을 단순 직렬·병렬로 바로 합치면 오답이 된다. 가운데 노드와 오른쪽 노드 전압이 서로 달라서 각 가지 전류를 따로 계산해야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

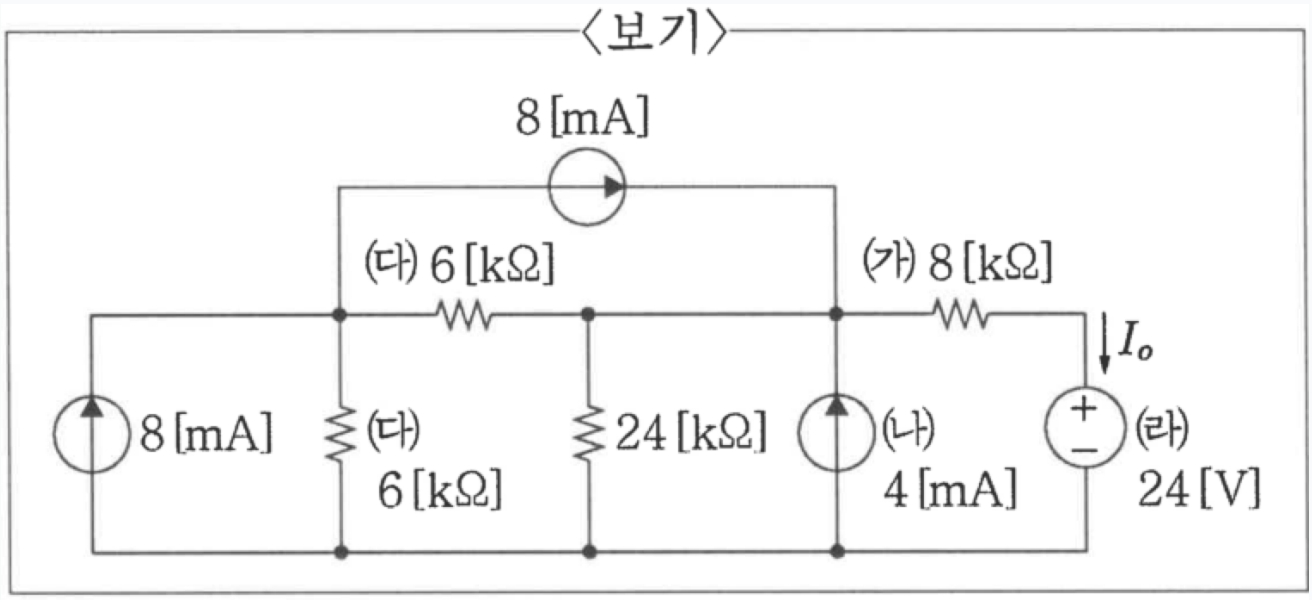
브리지형 저항망은 먼저 입력 노드와 내부 노드를 표시하고, 직병렬이 즉시 보이지 않으면 노드 전압법으로 내부 전압을 구한 뒤 입력단에서 흘러드는 가지 전류를 합산해 판단한다.

**암기 포인트**

브리지형 저항회로는 억지 직병렬보다 노드 전압법이 빠르며, 마지막에는 $R_{eq} = V/I$로 검산한다.

NoteBase

**문 5. <보기>의 회로는 출력 전류 $I_o$가 4.5[$mA$]이다. 회로 구성 값을 수정했을 때, $I_o$의 증가 또는 감소 방향이 다른 것은?**




① (가) 8[$k\Omega$] → 1[$k\Omega$]

② (나) 4[$mA$] → 11[$mA$]

③ (다) 6[$k\Omega$] → 4[$k\Omega$]

④ (라) 24[$V$] → − 32[$V$]

**정답 3번**

**출제 포인트**

이 문제는 회로의 결절전압을 다시 계산하여 변경된 소자가 출력 전류 $I_o$를 증가시키는지 감소시키는지를 판단하는 문제이다.

**조건 정리**

하단 도선은 공통 접지이다.
오른쪽 출력 가지 전류는 I_o=(V_B-V_C)/(R_(가))로 잡을 수 있다.
원회로에서 오른쪽 전압원은 $V_C = 24V$이고, 왼쪽 노드에서는 두 8[mA] 전류원의 영향이 상쇄되어 $V_B = 2V_A$가 된다.
원회로를 풀면 $V_A = 30V$, $V_B = 60V$이므로 $I_o = \frac{60-24}{8k\Omega} = 4.5[mA]$가 된다.

NoteBase

**기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 회로이론 · 2023**

### 사용할 공식

출력 전류는 I_o=(V_B-V_C)/(R_(가))이다.
노드 B에는 KCL을 적용하여 (V_B)/(24 kΩ)+(V_B-V_C)/(R_(가))+(V_B-V_A)/(R_(다))=8[mA]+I_(나)로 둘 수 있다.
각 선택지는 바뀐 값을 이 식에 대입해 $V_B$와 $I_o$의 증감 방향을 비교하면 된다.

### 계산 과정

원회로는 $V_B = 60V$이어서 $I_o = 4.5[mA]$이다.
① (가)=1 kΩ이면 $V_B = 32V$, 따라서 $I_o = \frac{32-24}{1k\Omega} = 8[mA]$가 되어 증가한다.
② (나)=11[mA]이면 $V_B = 88V$, 따라서 $I_o = \frac{88-24}{8k\Omega} = 8[mA]$가 되어 증가한다.
③ 그림상 (다)로 표시된 6[k\Omega] 저항들을 4[k\Omega]로 바꾸면 $V_B = \frac{360}{7}V$, 따라서
$I_o = \frac{\frac{360}{7}-24}{8k\Omega} = \frac{24}{7}[mA] \approx 3.43[mA]$가 되어 감소한다.
④ (라)=-32V이면 $V_C = -32V$, $V_B = 32V$이므로 $I_o = \frac{32-(-32)}{8k\Omega} = 8[mA]$가 되어 증가한다.

### 선지 판단

① X: (가)를 8[k\Omega]에서 1[k\Omega]로 줄이면 $I_o$는 4.5[mA]에서 8[mA]로 증가한다. 다른 선택지 ②, ④와 같은 증가 방향이므로 '다른 것'이 아니다. 올바르게는 '(가) 변화는 $I_o$를 증가시킨다.'이다.
② X: (나) 전류원을 11[mA]로 키우면 우측 노드 전압이 올라가 $I_o$는 8[mA]로 증가한다. 따라서 방향이 같고 정답 선택지가 아니다. 올바르게는 '(나) 변화는 $I_o$를 증가시킨다.'이다.
③ O: (다) 값을 6[k\Omega]에서 4[k\Omega]로 낮추면 $I_o$는 약 3.43[mA]로 감소한다. 나머지 선택지는 모두 증가하므로 방향이 다른 것은 ③이다. 올바르게는 '(다) 변화만 $I_o$를 감소시킨다.'라고 정리된다.
④ X: (라)를 24[V]에서 -32[V]로 바꾸면 오른쪽 기준 전압이 크게 낮아져 $I_o$는 8[mA]로 증가한다. 따라서 '다른 것'에 해당하지 않는다. 올바르게는 '(라) 변화는 $I_o$를 증가시킨다.'이다.

### 오답 포인트

저항값이 작아지면 무조건 전류가 늘어난다고 직감하면 ③에서 틀리기 쉽다. 이 문항은 전체 회로 전류가 아니라 출력 가지 전류 $I_o$를 묻기 때문에, 저항 변화가 결절전압 $V_B$를 함께 바꾸는 효과까지 봐야 한다. 또한 ④는 전압원이 음수로 바뀌었을 때 오른쪽 노드 전위가 내려간다는 부호 해석을 놓치기 쉽다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

회로 변경형 문항은 먼저 $I_o$를 결절전압 식으로 나타낸 뒤, 바뀐 소자가 분모 R_(가)를 바꾸는지, 노드전압 $V_B$를 바꾸는지, 기준전압 $V_C$를 바꾸는지를 나누어 판단한다. 그다음 변경 후의 $V_B$를 다시 구해 증가인지 감소인지 비교하면 된다.

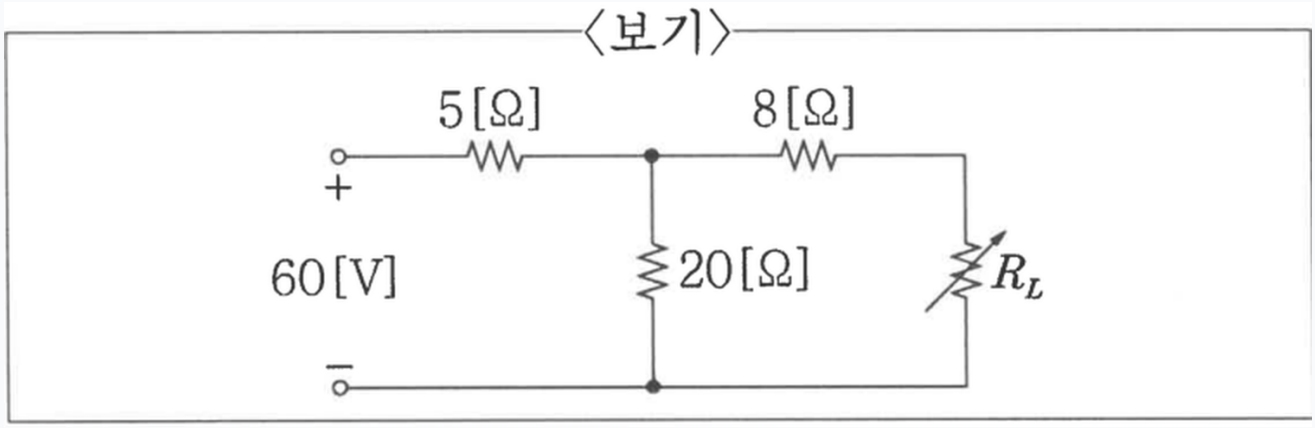
### 암기 포인트

출력전류는 $I_o = \frac{V_B - V_C}{R}$이고, 소자 변화의 영향은 분모 변화, 공급전류 변화, 기준전압 변화로 나누어 본다.

NoteBase

**문 6. <보기>의 회로에서, 부하 $R_L$에서 소비되는 최대 전력의 값[$W$]은?**

<보기>




① 18

② 48

③ 60

④ 72

**정답 2번**

**출제 포인트**

이 문제는 회로를 테브난 등가로 바꾸고 최대전력전달조건을 적용하여 부하 $R_L$의 최대 전력을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 전원 60[V], 직렬 저항 5[Ω], 분기 저항 20[Ω], 부하 쪽 직렬 저항 8[Ω]이다.
구해야 할 값: 부하 $R_L$에서 소비되는 최대 전력이다.
주의할 조건: 최대 전력은 $R_L$ 자체에서 소비되는 전력이므로, 먼저 $R_L$ 단자에서 본 테브난 등가를 구해야 한다.

**사용할 공식**

$R_L = R_{th}$, $\quad P_{L,\max} = \frac{V_{th}^2}{4R_{th}}$
이 공식을 쓰는 이유: 부하 $R_L$가 가변저항이므로, $R_L$ 단자에서 나머지 회로를 테브난 등가로 바꾸면
최대전력전달조건 $R_L = R_{th}$를 바로 적용할 수 있다.

NoteBase

### 계산 과정

1. $R_L$를 개방하면 8[Ω]에는 전류가 흐르지 않으므로, 개방전압은 5[Ω]와 20[Ω]의 분압 전압과 같다.
$V_{th} = 60 \times \frac{20}{5+20} = 60 \times \frac{20}{25} = 48[V]$
2. 전압원을 단락시키고 $R_L$ 단자에서 보면 8[Ω]이 5[Ω] ∥ 20[Ω]와 직렬이다.
$5 \parallel 20 = \frac{5 \times 20}{5+20} = 4[\Omega]$
$R_{th} = 8 + 4 = 12[\Omega]$
3. 최대전력전달조건을 적용하면
$P_{L,\max} = \frac{V_{th}^2}{4R_{th}} = \frac{48^2}{4 \times 12} = \frac{2304}{48} = 48[W]$
따라서 부하 $R_L$의 최대 전력은 48[W]이다.

### 선지별 해설

① X
18[W]는 계산 결과와 다르다. $R_L$ 단자에서 본 등가전압과 등가저항을 구하면 최대 전력은 48[W]가 된다. 올바른 값은 18이 아니라 48이다.

② O
테브난 등가가 $V_{th} = 48[V]$, $R_{th} = 12[\Omega]$이므로 최대 전력은 $48[W]$이다. 최대전력전달조건을 정확히 적용한 선택지이다.

③ X
60[W]는 전원 전압 60[V]를 그대로 전력값처럼 취급하거나 테브난 변환 없이 계산할 때 나올 수 있는 오답이다. 최대 전력은 60이 아니라 48이다.

④ X
72[W]는 $R_{th}$를 잘못 잡거나 8[Ω]만을 기준으로 최대전력조건을 적용할 때 생기기 쉬운 오답이다. $R_L$ 단자에서 본 전체 등가저항은 12[Ω]이므로 올바른 값은 72가 아니라 48이다.

### 오답 포인트

8[Ω]만 보고 $R_{th}$를 정하거나, 20[Ω] 분기저항을 빼먹는 실수가 가장 흔하다. 이 문제는 반드시 $R_L$ 단자에서 회로 전체를 바라본 뒤 $V_{th}$와 $R_{th}$를 구해야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

가변 부하의 최대 전력을 묻는 회로는 먼저 부하를 떼어 내고 테브난 전압 $V_{th}$를 구한 뒤, 전원을 제거하여 테브난 저항 $R_{th}$를 구한다. 그 다음 $R_L = R_{th}$, $P_{\max} = V_{th}^2/(4R_{th})$ 순서로 판단한다.

NoteBase

**암기 포인트**

최대전력전달은 $R_L = R_{th}$, 최대전력은 $V_{th}^2/(4R_{th})$이다.

NoteBase

**문 7. 부하에 전압 $V = 3 + j[V]$를 가했을 때 전류 $I = 3 - j[A]$가 흘렀다. 이때 부하의 역률[%]은?**

① 50

② 70

③ 80

④ 90

**정답 3번**

### 출제 포인트

이 문제는 복소전력과 피상전력의 관계를 이용해 역률을 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값: 전압은 $V = 3 + j[V]$, 전류는 $I = 3 - j[A]$이다.
구해야 할 값: 부하의 역률이다.
주의할 조건: 역률은 유효전력 $P$를 피상전력의 크기 $|S|$로 나눈 값이다.

### 사용할 공식

복소전력은 $S = VI^*$이고, 역률은 $\cos\theta = \frac{P}{|S|}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 전압과 전류가 복소수로 주어졌으므로 켤레복소수를 이용해 복소전력 $S = P + jQ$를 먼저 구하면 유효전력과 피상전력을 바로 분리할 수 있다.

### 계산 과정

1. 전류의 켤레복소수는 $I^* = 3 + j$이다.
2. 복소전력은 $S = VI^* = (3 + j)(3 + j) = 9 + 6j + j^2 = 8 + 6j$이다.
3. 따라서 유효전력은 $P = 8[W]$, 피상전력의 크기는 $|S| = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10[VA]$이다.
4. 역률은 $\frac{P}{|S|} = \frac{8}{10} = 0.8$이므로 80%이다.

NoteBase

**선지별 해설**

① X
수치 50이 틀렸다. 계산 결과 역률은 80%이므로 50%가 아니라 80%가 맞다.

② X
수치 70이 틀렸다. 복소전력의 크기를 구하면 $|S| = 10$이므로 역률은 $8/10 = 0.8$이고, 70%가 아니라 80%이다.

③ O
복소전력에서 유효전력은 8, 피상전력은 10이므로 역률은 $0.8 = 80\%$이다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

④ X
수치 90가 틀렸다. 90%는 유효전력과 피상전력을 거의 같게 본 값인데, 이 문제에서는 무효전력 $Q = 6$이 존재하므로 역률은 90%가 아니라 80%이다.

**오답 포인트**

전류에 켤레복소수를 취하지 않고 $VI$를 그대로 곱하면 복소전력을 잘못 구하게 된다. 또한 역률을 $P/|S|$가 아니라 실수부만 보고 감으로 판단하면 70%나 90% 같은 오답을 고르기 쉽다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

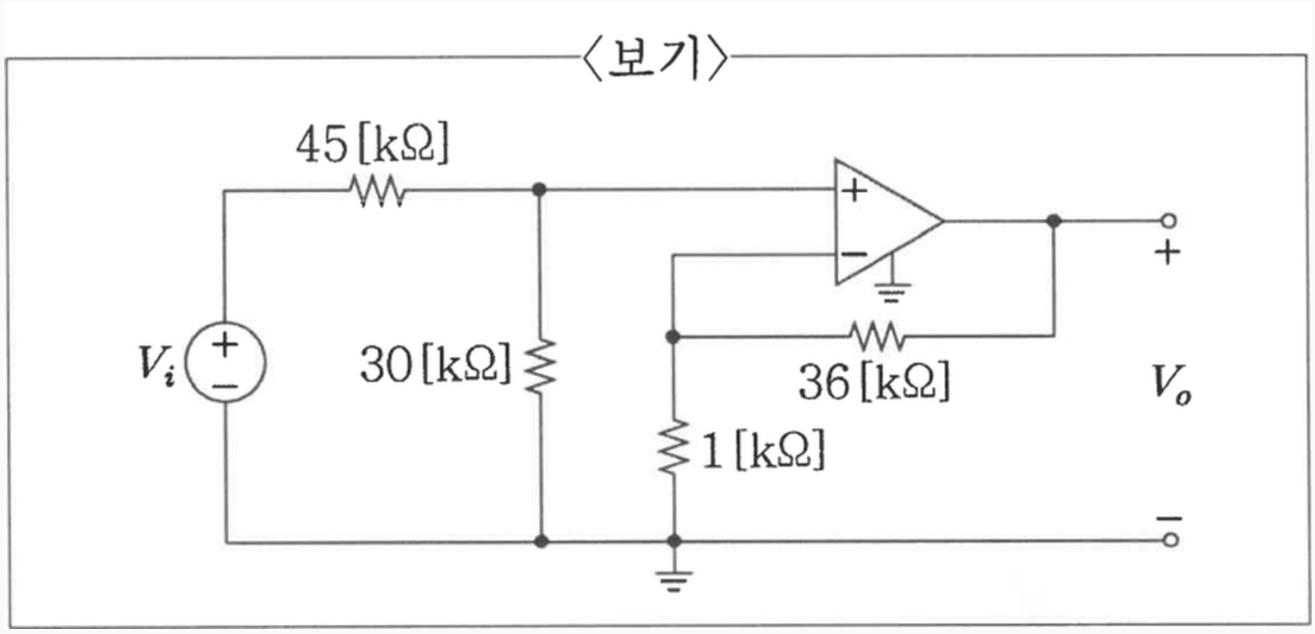
복소수 전압과 전류가 나오면 먼저 $S = VI^*$로 유효전력과 무효전력을 구한 뒤, 마지막에 역률=P/|S|로 정리하면 된다.

**암기 포인트**

복소전력은 $S = VI^*$, 역률은 $P/|S|$이다.

NoteBase

**문 8. <보기>의 이상적인 연산증폭기로 구성된 회로에서 전압이득 $A = \frac{V_o}{V_i}$의 값은?**




① 12.4

② 14.8

③ 16.2

④ 18.8

**정답 2번**

**출제 포인트**

이 문항은 입력 분압 회로와 이상적인 비반전 연산증폭기의 전압이득을 결합하여 전체 전압이득 $A = \frac{V_o}{V_i}$를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값:
- 입력단 분압 저항은 45[kΩ], 30[kΩ]이다.
- 연산증폭기 피드백 저항은 36[kΩ], 접지 저항은 1[kΩ]이다.

구해야 할 값:
- 전체 전압이득 $A = \frac{V_o}{V_i}$이다.

주의할 조건:
- 이상적인 연산증폭기이므로 입력 전류는 0이고, 음의 되먹임이 걸리면 $V_- = V_+$가 된다.

NoteBase

### 사용할 공식

입력 분압 전압은 $V_+ = \frac{30}{45+30} V_i$이다.
비반전 증폭기의 출력은 $V_o = \left(1 + \frac{36}{1}\right) V_+$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 연산증폭기의 +단자에 분압된 입력이 들어가고, -단자는 36[kΩ]-1[kΩ] 되먹임망으로 구성된 전형적인 비반전 증폭기이기 때문이다.

### 계산 과정

1. +단자 전압을 구하면 $V_+ = \frac{30}{45+30} V_i = 0.4 V_i$이다.
2. 비반전 증폭기의 이득은 $1 + \frac{36}{1} = 37$이다.
3. 따라서 출력전압은 $V_o = 37 \times 0.4 V_i = 14.8 V_i$이다.
4. 전체 전압이득은 $A = \frac{V_o}{V_i} = 14.8$이다.

### 선지별 해설

① X
- 계산 결과 전체 전압이득은 14.8이므로 12.4는 맞지 않는다.
- 12.4는 30[kΩ]를 되먹임 저항처럼 잘못 읽어 $1 + \frac{30}{1} = 31$로 계산할 때 나올 수 있는 값이지만, 실제 피드백 저항은 36[kΩ]이다.
- 틀린 표현은 '전압이득이 12.4이다'이고, 올바르게는 '전압이득이 14.8이다'이다.

② O
- 입력은 먼저 45[kΩ], 30[kΩ] 분압으로 $0.4 V_i$가 되고, 그 전압이 비반전 증폭기에서 37배 증폭된다.
- 따라서 $A = 37 \times 0.4 = 14.8$이므로 ②가 옳다.

③ X
- 계산 결과와 비교하면 16.2는 일치하지 않는다.
- 이 회로는 분압과 비반전 이득을 순서대로 적용해야 하므로, 임의의 저항값을 직접 곱하거나 더해서 얻은 수치는 정답이 될 수 없다.
- 틀린 표현은 '전압이득이 16.2이다'이고, 올바르게는 '전압이득이 14.8이다'이다.

④ X
- 계산 결과와 비교하면 18.8도 일치하지 않는다.
- 비반전 증폭기의 이득은 37로 고정되고 입력 분압은 0.4로 고정되므로, 전체 이득은 14.8 하나로 결정된다.
- 틀린 표현은 '전압이득이 18.8이다'이고, 올바르게는 '전압이득이 14.8이다'이다.

### 오답 포인트

30[kΩ]를 입력 분압 저항이 아니라 피드백 저항으로 착각하거나, 비반전 증폭기 이득에서 +1을 빼먹는 실수가 자주 나온다. 이 문항은 입력 분압과 증폭기 이득을 한 번에 섞어 보지 말고 두 단계로 분리하는지가 핵심 함정이다.

NoteBase

### 다시 나오면 이렇게 판단

연산증폭기 계산형 문항은 먼저 +단자와 -단자에 어떤 회로가 연결되었는지 구분한 뒤, 입력 분압을 계산하고 마지막에 비반전 또는 반전 증폭기 이득을 곱하는 순서로 판단하면 된다.

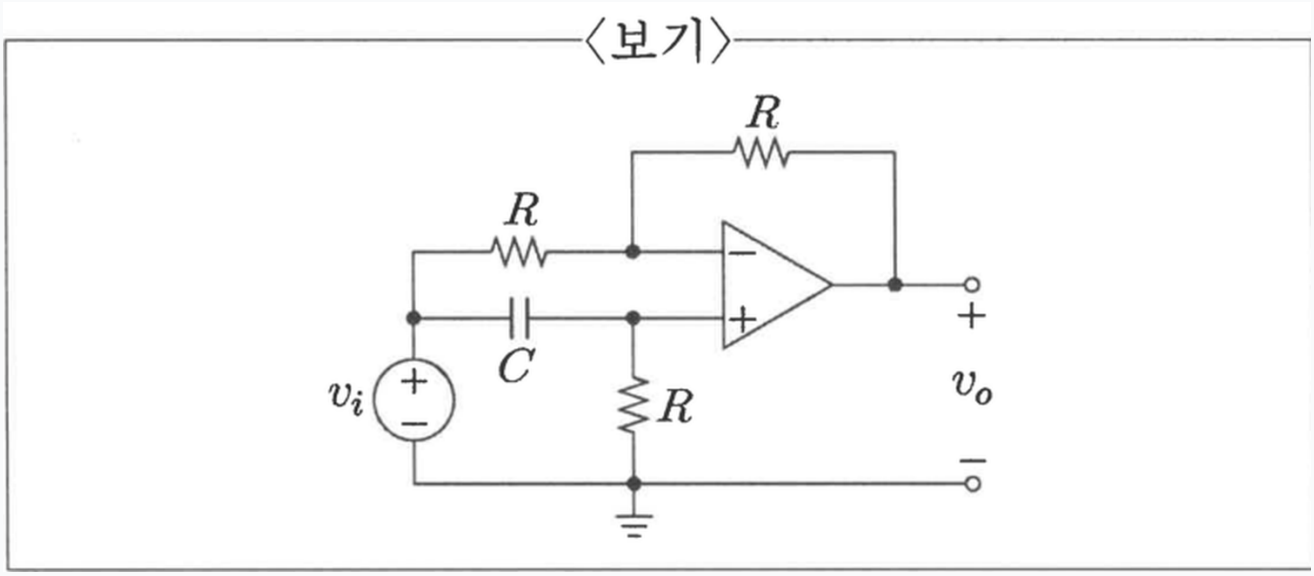
### 암기 포인트

비반전 증폭기 이득은 $1 + \frac{R_f}{R_g}$이고, 앞단에 분압이 있으면 전체 이득은 분압비와 증폭기 이득의 곱이다.

NoteBase

**문 9. <보기>의 이상적인 연산증폭기 회로의 전달함수 $H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$는?**

〈보기〉




① $\frac{s + \frac{1}{RC}}{-s + \frac{1}{RC}}$
② $\frac{s + \frac{1}{RC}}{s - \frac{1}{RC}}$
③ $\frac{-s + \frac{1}{RC}}{s + \frac{1}{RC}}$
④ $\frac{s - \frac{1}{RC}}{s + \frac{1}{RC}}$

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 이상적인 연산증폭기에서 $V_- = V_+$ 조건과 RC 회로의 전달함수를 결합해 전체 전달함수 $H(s)$를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값은 저항이 모두 $R$, 커패시터가 $C$, 연산증폭기가 이상적이라는 조건이다.
구해야 할 값은 $H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$이다.
이상적인 연산증폭기이므로 입력 전류는 0이고 선형 동작에서 $V_-(s) = V_+(s)$가 된다.

NoteBase

### 사용할 공식

비반전 입력 노드 전압은 RC 고역통과 회로이므로
$V_+(s) = \frac{R}{R+\frac{1}{sC}} V_i(s) = \frac{sRC}{1+sRC} V_i(s)$
이다.
반전 입력 노드는 입력 전류가 0이므로 두 저항 전류의 합이 0이 되어
$\frac{V_-(s) - V_i(s)}{R} + \frac{V_-(s) - V_o(s)}{R} = 0$
이고, 따라서
$V_-(s) = \frac{V_i(s) + V_o(s)}{2}$
가 된다.
이 공식을 쓰는 이유는 회로가 비반전 입력 쪽 RC 분압과 반전 입력 쪽 등저항 귀환 구조로 바로 분해되기 때문이다.

### 계산 과정

1. 비반전 입력 전압을 구하면 $V_+(s) = \frac{sRC}{1+sRC} V_i(s)$이다.
2. 이상적인 연산증폭기이므로 $V_-(s) = V_+(s)$이고, 반전 입력 노드는 $V_-(s) = \frac{V_i(s) + V_o(s)}{2}$이다.
3. 두 식을 같게 두면
$\frac{V_i(s) + V_o(s)}{2} = \frac{sRC}{1+sRC} V_i(s)$
이므로
$V_o(s) = \left(\frac{2sRC}{1+sRC} - 1\right) V_i(s) = \frac{sRC-1}{1+sRC} V_i(s)$
이다.
4. 따라서
$H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{sRC-1}{1+sRC} = \frac{s-\frac{1}{RC}}{s+\frac{1}{RC}}$
이다.

### 선지별 해설

① X: 이 식은 $\frac{s+\frac{1}{RC}}{-s+\frac{1}{RC}}$로, 분자와 분모의 부호 배치가 실제 결과와 모두 다르다. 실제로는 분자가 $s-\frac{1}{RC}$, 분모가 $s+\frac{1}{RC}$이어야 한다.
② X: 이 식은 $\frac{s+\frac{1}{RC}}{s-\frac{1}{RC}}$로 실제 전달함수의 분자와 분모가 뒤바뀐 형태이다. 올바르게는 분모가 항상 $s+\frac{1}{RC}$이고, 분자는 $s-\frac{1}{RC}$이다.
③ X: 이 식은 $\frac{-s+\frac{1}{RC}}{s+\frac{1}{RC}}$로 실제 정답의 분자에 전체 마이너스가 붙은 형태이다. 이는 출력 부호를 한 번 더 뒤집은 값이며, 올바르게는 $\frac{s-\frac{1}{RC}}{s+\frac{1}{RC}}$이다.
④ O: $H(s) = \frac{sRC-1}{1+sRC}$를 $RC$로 나누면 $\frac{s-\frac{1}{RC}}{s+\frac{1}{RC}}$가 되므로 ④가 맞다.

### 오답 포인트

비반전 입력 노드의 RC 회로를 저역통과로 착각하면 분자와 분모 위치를 바꾸기 쉽다. 또 $V_- = V_+$만 쓰고 반전 입력 노드 방정식 $V_- = (V_i + V_o)/2$를 놓치면 출력 부호가 뒤집혀 ③ 같은 오답이 나온다.

NoteBase

### 다시 나오면 이렇게 판단

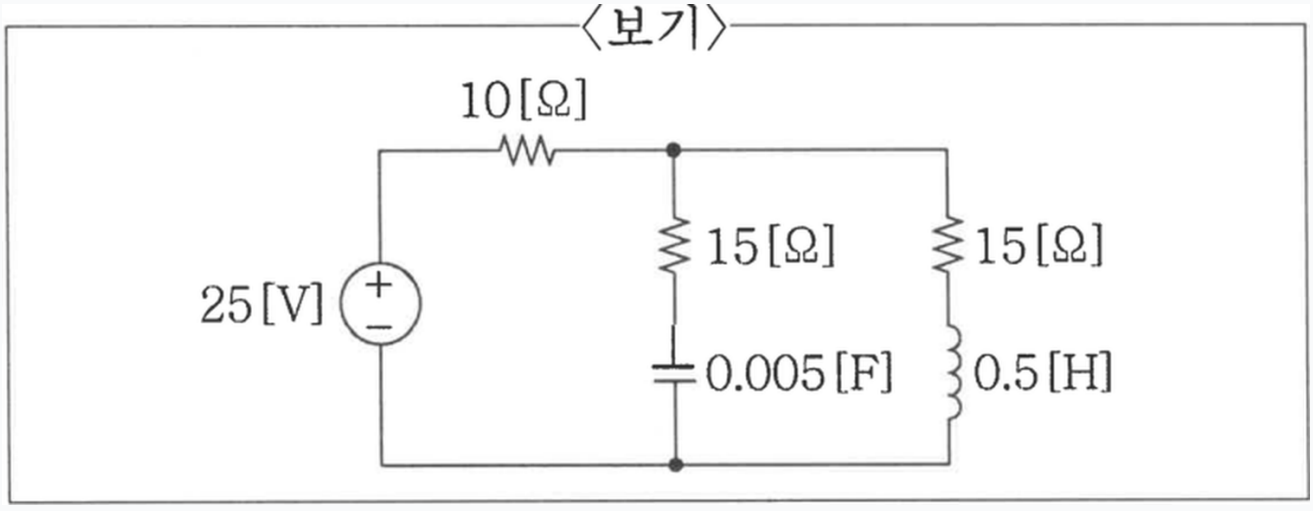
연산증폭기 회로는 먼저 비반전 입력과 반전 입력을 각각 독립적으로 식으로 만든 뒤 마지막에 $V_- = V_+$를 적용하면 된다. 입력 쪽 RC가 커패시터 직렬, 저항 접지 구조이면 비반전 입력 전압은 고역통과 $\frac{sRC}{1+sRC}$로 바로 판단할 수 있다.

### 암기 포인트

커패시터 직렬, 저항 접지이면 고역통과 $\frac{sRC}{1+sRC}$이고, 이상적 OP AMP는 $V_- = V_+$로 닫힌다.

NoteBase

**문 10. <보기>의 회로가 정상상태(steady-state)일 때, 커패시터에 저장된 에너지의 값[J]과 인덕터에 저장된 에너지의 값[J]의 합은?**




① 0.775

② 0.8125

③ 0.975

④ 1.05

**정답 2번**

**출제 포인트**

정상상태 직류회로에서 커패시터는 개방회로, 인덕터는 단락회로로 본 뒤 최종 전압과 전류로 저장에너지를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 전원 25[$V$], 직렬 저항 10[Ω], 커패시터 가지의 저항 15[Ω], 커패시터 0.005[$F$], 인덕터 가지의 저항 15[Ω], 인덕터 0.5[$H$]이다.
구해야 할 값: 커패시터 저장에너지와 인덕터 저장에너지의 합이다.
주의할 조건: 정상상태이므로 커패시터 전류는 0, 인덕터 양단 전압은 0으로 본다.

**사용할 공식**

커패시터 에너지는 $W_C = \frac{1}{2}CV^2$, 인덕터 에너지는 $W_L = \frac{1}{2}LI^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 정상상태에서는 커패시터의 최종 전압 $V_C$와 인덕터의 최종 전류 $I_L$가 확정되므로 저장에너지를 직접 계산할 수 있다.

NoteBase

**계산 과정**

1. 정상상태 직류에서 커패시터는 개방, 인덕터는 단락이므로 왼쪽 가지는 전류가 흐르지 않고 오른쪽 가지는 15[Ω] 저항만 남는다.
2. 따라서 유효회로는 25[$V$] 전원에 10[Ω]와 15[Ω]가 직렬인 회로이다.
$I = \frac{25}{10+15} = 1[A]$
3. 병렬 접속 노드 전압은 오른쪽 15[Ω] 저항 전압과 같으므로
$V_C = 15 \times 1 = 15[V]$
또한 인덕터 전류는 직렬전류와 같아서
$I_L = 1[A]$
4. 저장에너지는
$W_C = \frac{1}{2} \times 0.005 \times 15^2 = 0.5625[J]$
$W_L = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 1^2 = 0.25[J]$
5. 따라서 합은
$W_C + W_L = 0.5625 + 0.25 = 0.8125[J]$이다.

**선지별 해설**

① X
`0.775`는 정상상태 등가회로에서 계산되는 0.8125[$J$]와 다르다.
커패시터 전압을 15[$V$]보다 작게 잡거나 정상상태 조건을 놓치면 이런 과소값이 나온다.
틀린 표현 `0.775[J]` → 올바르게는 `0.8125[J]`이다.

② O
정상상태에서 $C$는 개방, $L$은 단락이므로 회로전류는 1[$A$], 커패시터 전압은 15[$V$]이다.
따라서 $W_C = 0.5625[J]$, $W_L = 0.25[J]$이고 합은 `0.8125[J]`가 된다.

③ X
`0.975`는 커패시터 전압이나 인덕터 전류를 실제 정상상태 값보다 크게 잡아 생기는 오답이다.
이 회로에서 최종값은 $V_C = 15[V]$, $I_L = 1[A]$이므로 합은 0.8125[$J$]를 넘지 않는다.
틀린 표현 `0.975[J]` → 올바르게는 `0.8125[J]`이다.

④ X
`1.05`는 전원 25[$V$]가 그대로 커패시터에 걸린다고 보거나 인덕터 가지를 잘못 해석할 때 나오는 과대값이다.
직렬의 10[Ω]와 오른쪽 15[Ω]에서 전압분배가 일어나므로 커패시터 전압은 25[$V$]가 아니라 15[$V$]이다.
틀린 표현 `1.05[J]` → 올바르게는 `0.8125[J]`이다.

NoteBase

### 오답 포인트

함정은 `정상상태`라는 조건이다. 직류 정상상태에서 커패시터를 단락으로 보거나 인덕터를 개방으로 보면 전압과 전류가 모두 틀어지고, 전원 25[$V$]를 그대로 커패시터에 걸린 전압으로 착각해도 오답이 된다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

직류 정상상태의 $RLC$ 회로는 먼저 $C \rightarrow$ 개방, $L \rightarrow$ 단락으로 바꾼다. 그다음 남은 저항회로에서 최종 $V_C$, $I_L$를 구하고 마지막에 $W_C = \frac{1}{2}CV^2$, $W_L = \frac{1}{2}LI^2$를 적용하면 된다.

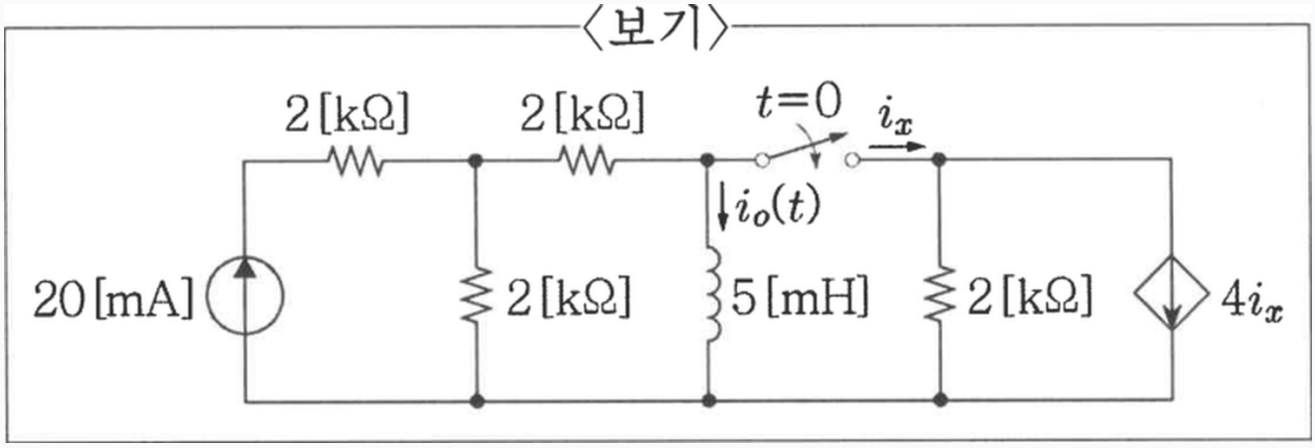
### 암기 포인트

직류 정상상태에서는 커패시터는 전압으로, 인덕터는 전류로 기억한다. 에너지 공식은 $W_C = \frac{1}{2}CV^2$, $W_L = \frac{1}{2}LI^2$이다.

NoteBase

**문 11. <보기>의 회로에서 $i_o(t)[mA]$에 대한 표현으로 가장 옳은 것은? (단, $i_o(0^-)$는 스위치가 단락되기 직전인 0보다 미세하게 작은 시간에 나타나는 전류이며, $i_o(0^+)$는 스위치가 단락된 직후인 0보다 미세하게 큰 시간에 나타나는 전류이다.)**

<보기>




① $i_o(\infty) = 10$

② $i_o(0^-) = 13.2$

③ $i_o(t) = 20 - i_x$

④ $i_o(0^+) = 20$

**정답 1번**

**출제 포인트**

이 문제는 스위치 개폐 전후의 인덕터 전류 연속조건과 정상상태 분류를 이용해 $i_o(t)$를 판단하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 전류원 20[mA], 저항은 모두 2[kΩ], 인덕터는 5[mH]이다.
구해야 할 값: $i_o(0^-)$, $i_o(0^+)$, $i_o(\infty)$ 및 $i_o(t)$의 형태이다.
주의할 조건: $t = 0$에서 스위치가 닫히고, 인덕터 전류는 순간적으로 변하지 않는다.

**사용할 공식**

인덕터 전류 연속조건은 $i_o(0^+) = i_o(0^-)$이다.
1차 회로의 전류 응답은
$i_o(t) = i_o(\infty) + [i_o(0^+) - i_o(\infty)]e^{-t/\tau}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 스위치 동작 이후에도 회로가 인덕터 1개를 포함하는 1차 회로이기 때문이다.

NoteBase

### 계산 과정

스위치가 열려 있는 $t<0$의 정상상태에서는 인덕터가 단락으로 동작한다. 따라서 가운데 노드에서 아래로 내려가는 2[kΩ]와 오른쪽 2[kΩ]가 병렬이 되어 20[mA]가 두 갈래로 똑같이 10[mA]씩 나뉜다. 따라서 $i_o(0^-)=10$이다.
인덕터 전류는 연속이므로 $i_o(0^+)=10$이다.
스위치가 닫힌 뒤 $t\to\infty$에서도 인덕터는 다시 단락이므로 인덕터 상단 노드 전압은 0이다. 그러면 오른쪽 2[kΩ] 전류도 0이고, 종속전류원도 $i_x=0$이 되어 오른쪽 가지는 영향을 주지 못한다. 결국 왼쪽 회로만 남아 다시 20[mA]가 두 갈래로 10[mA]씩 나뉘므로 $i_o(\infty)=10$이다.
따라서
$i_o(t)=10+(10-10)e^{-t/\tau}=10$
이므로 전 구간에서 $i_o(t)=10[mA]$이다.

### 선지별 해설

① O: $i_o(\infty)=10$이다. 스위치가 닫힌 뒤 충분한 시간이 지나면 인덕터는 단락이 되고, 왼쪽 20[mA] 전류가 두 개의 2[kΩ] 가지로 반반 분배되어 인덕터 전류가 10[mA]가 된다.
② X: $i_o(0^-)=13.2$는 틀렸다. 스위치가 열려 있는 정상상태에서는 인덕터가 단락이므로 20[mA]가 두 갈래로 정확히 반분되어 $i_o(0^-)=10$이 된다.
③ X: $i_o(t)=20-i_x$는 틀렸다. 20[mA] 전류가 먼저 가운데 2[kΩ] 가지와 오른쪽 가지로 분류되므로 인덕터 전류를 이렇게 직접 쓸 수 없다. 이 회로의 실제 응답은 $i_o(t)=10$이다.
④ X: $i_o(0^+)=20$은 틀렸다. 인덕터 전류는 순간적으로 변하지 않으므로 $i_o(0^+)$는 $i_o(0^-)$와 같은 10[mA]이다.

### 오답 포인트

스위치가 닫히는 순간 전류가 즉시 20[mA]로 바뀐다고 보는 실수가 가장 흔하다. 이 문항은 인덕터 전류 연속조건을 놓치면 ④로 오답을 고르기 쉽고, 정상상태에서 병렬 2[kΩ] 두 갈래의 전류 분배를 놓치면 ② 같은 값을 고르기 쉽다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

인덕터가 있는 스위치 회로는 먼저 $t<0$ 정상상태에서 인덕터를 단락으로 바꾸어 $i(0^-)$를 구하고, 다음에 연속조건으로 $i(0^+)$를 정한 뒤, 마지막으로 $t\to\infty$ 정상상태를 다시 구해 1차 응답식에 대입해 판단한다.

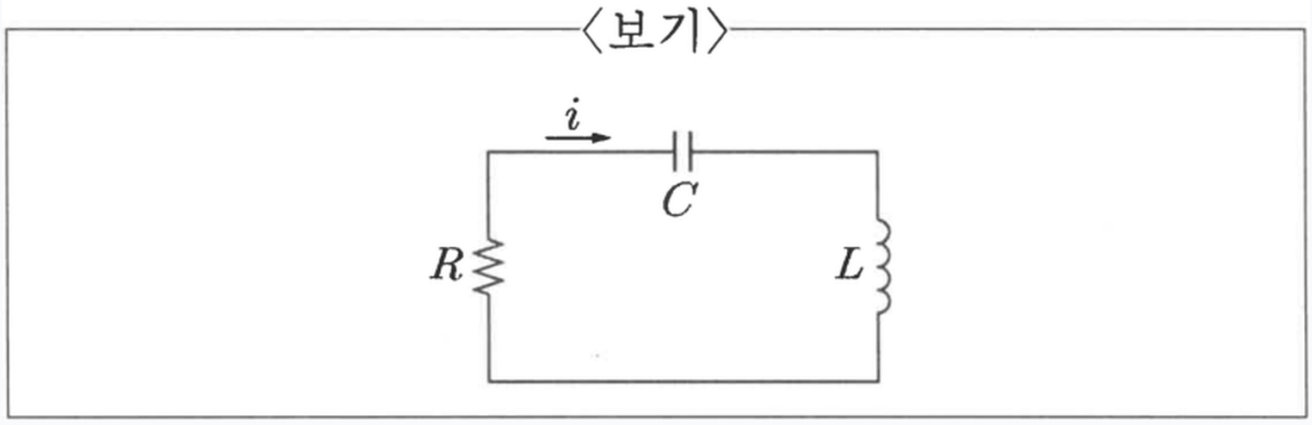
### 암기 포인트

인덕터 전류는 연속이고, $i_o(0^+)=i_o(0^-)$이며 초기값과 최종값이 같으면 응답은 상수이다.

NoteBase

**문 12. 과제동(over damping)상태인 <보기>의 회로를 동일 주파수에서 임계 제동(critical damping) 특성을 갖도록 수정하고자 할 때 가장 적당한 방법은?**

<보기>




① C에 병렬로 추가 커패시터를 연결한다.

② R에 병렬로 추가 저항을 연결한다.

③ L에 병렬로 추가 인덕터를 연결한다.

④ L과 C 사이를 단선하여, 직렬로 추가 인덕터를 연결한다.

**정답 2번**

**출제 포인트**

직렬 RLC 회로의 임계 제동 조건과 고유주파수 조건을 함께 판단하여, 과제동 상태를 임계 제동으로 바꾸는 조정 대상을 찾는 문제이다.

**선지별 해설**

① X: C에 병렬로 커패시터를 추가하면 등가용량이 $C_{eq} = C + C_a$로 증가한다. 그러면 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$가 변하여 동일 주파수 조건을 깨뜨린다. 틀린 표현은 "C에 병렬로 추가 커패시터를 연결한다"이고, 올바르게는 $L$과 $C$는 그대로 두고 등가저항을 줄여야 한다.

② O: R에 병렬로 저항을 추가하면 등가저항이 $R_{eq} = RR_a/(R + R_a)$로 줄어든다. 과제동은 저항이 큰 상태이므로 저항을 낮추면 임계 제동점 $R = 2\sqrt{L/C}$ 쪽으로 이동한다. $L$과 $C$를 바꾸지 않으므로 동일 주파수 조건도 유지된다.

③ X: L에 병렬로 인덕터를 추가하면 등가인덕턴스가 기존 $L$보다 작아진다. 그러면 고유주파수가 바뀌고, 임계 제동 기준값 $2\sqrt{L/C}$도 더 작아져서 현재의 과제동 상태를 임계 제동으로 맞추는 방향이 아니다. 틀린 표현은 "L에 병렬로 추가 인덕터를 연결한다"이고, 올바르게는 인덕턴스가 아니라 저항을 줄이는 조정이 필요하다.

④ X: L과 C 사이를 끊고 인덕터를 직렬로 추가하면 전체 인덕턴스가 증가한다. 이 경우 임계 제동 조건은 조정될 수 있어도 $L$이 변하므로 고유주파수는 더 이상 동일하지 않다. 틀린 표현은 "직렬로 추가 인덕터를 연결한다"이고, 올바르게는 같은 주파수를 유지하려면 직렬 인덕터 추가가 아니라 저항 감소를 택해야 한다.

NoteBase

**오답 포인트**

핵심 함정은 "과제동을 임계 제동으로 바꾼다"만 보고 $L$이나 $C$를 건드리는 선택지를 고르는 데 있다. 이 문항은 반드시 "동일 주파수에서"라는 조건까지 같이 읽어야 하며, 그 조건 때문에 $L$과 $C$를 바꾸는 ①, ③, ④는 탈락한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

직렬 RLC 회로가 보이면 먼저 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$로 주파수를 결정하는 요소가 $L$, $C$임을 확인한다. 그다음 감쇠 상태가 과제동이면 저항이 큰 쪽이라는 뜻이므로, 같은 주파수를 유지하면서 임계 제동으로 옮기려면 $L$, $C$는 두고 $R$만 줄이는 선택지를 고르면 된다.

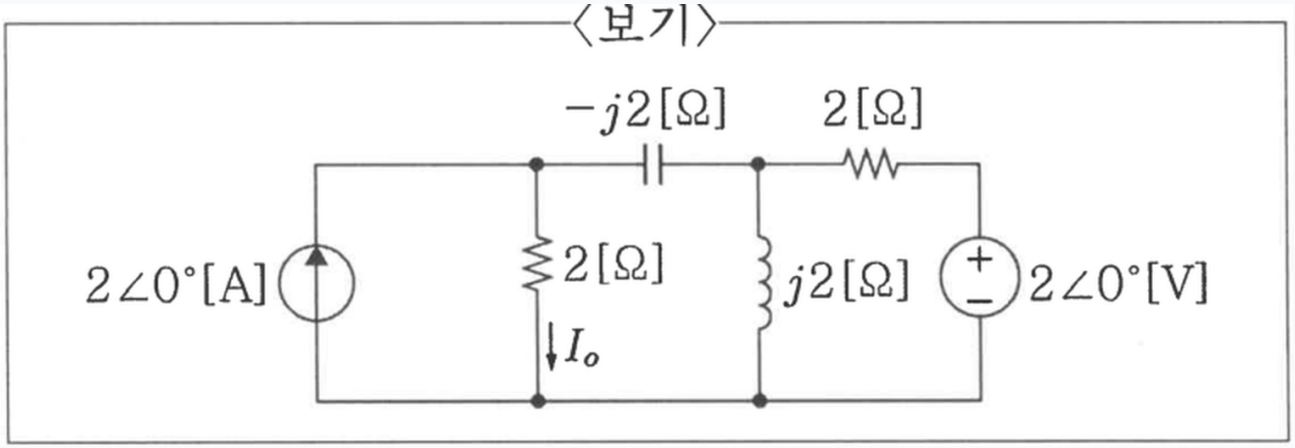
**암기 포인트**

직렬 RLC는 $R$ ↑이면 과제동, $R$ ↓이면 임계 제동·부제동 쪽으로 이동한다. 같은 주파수 조건이면 $L$과 $C$는 건드리지 않는다.

NoteBase

**문 13. <보기>의 회로에서 $I_o$와 가장 가까운 값[$A$]은?**

<보기>




① $1\angle 0°$

② $1\angle 45°$

③ $0.5\angle 90°$

④ $2\angle 0°$

**정답 1번**

**출제 포인트**

이 문제는 결점전압법과 복소 임피던스를 이용해 분기전류 $I_o$를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 좌측 전류원은 $2\angle 0°[A]$, 우측 전압원 상단 노드는 $2\angle 0°[V]$이다.
구해야 할 값: 좌측 $2[\Omega]$ 저항을 아래로 흐르는 전류 $I_o$이다.
주의할 조건: $I_o$는 전류원 전류가 아니라 좌측 노드전압 $V_a$를 그 저항 $2[\Omega]$로 나눈 값이다.

**사용할 공식**

$$I_o = \frac{V_a}{2}$$
$$\frac{V_a}{2} + \frac{V_a - V_b}{-j2} = 2$$
$$\frac{V_b - V_a}{-j2} + \frac{V_b}{j2} + \frac{V_b - 2}{2} = 0$$

이 공식을 쓰는 이유는 하단이 공통 기준노드이고, 좌우 전원이 각각 전류원과 기준노드 기준 전압원으로 주어져 결점전압법이 가장 직접적이기 때문이다.

NoteBase

### 계산 과정

1. 좌측 상단 노드를 $V_a$, 중앙 상단 노드를 $V_b$로 둔다.
2. 두 번째 식을 정리하면 $\frac{V_b - V_a}{-j2} + \frac{V_b}{j2} + \frac{V_b - 2}{2} = 0 \Rightarrow -jV_a + V_b - 2 = 0$이므로 $V_b = 2 + jV_a$이다.
3. 이를 첫 번째 식 $\frac{V_a}{2} + \frac{V_a - V_b}{-j2} = 2$에 대입하면 $(2 + j)V_a = 4 + 2j$가 되어 $V_a = 2$이다.
4. 따라서 $I_o = \frac{V_a}{2} = 1[A] = 1\angle 0^\circ [A]$이다.

### 선지별 해설

① O

계산 결과 $I_o = 1\angle 0^\circ [A]$이므로 정답이다. 좌측 가지가 순저항 2[Ω]이어서 $I_o$의 위상도 $V_a$와 같은 0°가 된다.

② X

틀린 표현은 위상을 45°로 본 부분이다. 올바르게는 $I_o = 1\angle 0^\circ [A]$이다. 커패시터와 인덕터가 있어도 $I_o$는 좌측 2[Ω] 저항전류이므로 별도의 위상 지연이나 선행이 붙지 않는다.

③ X

틀린 표현은 크기를 0.5로, 위상을 90°로 본 부분이다. 올바르게는 $1\angle 0^\circ [A]$이다. 이 값은 $I_o$가 흐르는 소자를 2[Ω] 저항이 아니라 리액턴스 소자로 착각해 잘못 나눌 때 나오는 오답에 가깝다.

④ X

틀린 표현은 크기를 2로 본 부분이다. 올바르게는 $1\angle 0^\circ [A]$이다. 전류원 값 2[A]가 그대로 $I_o$가 되는 것이 아니라, 일부 전류가 커패시터를 통해 우측망으로 분기되므로 좌측 저항전류는 1[A]만 흐른다.

### 오답 포인트

전류원 2[A]를 그대로 $I_o$로 보는 순간 ④가 되고, $I_o$가 흐르는 소자가 2[Ω] 저항이라는 점을 놓치면 ②나 ③처럼 위상 오답이 나온다. 이 문항은 최종적으로 어떤 분기전류를 묻는지와 그 분기의 임피던스가 무엇인지를 끝까지 분리해 보는지가 핵심이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

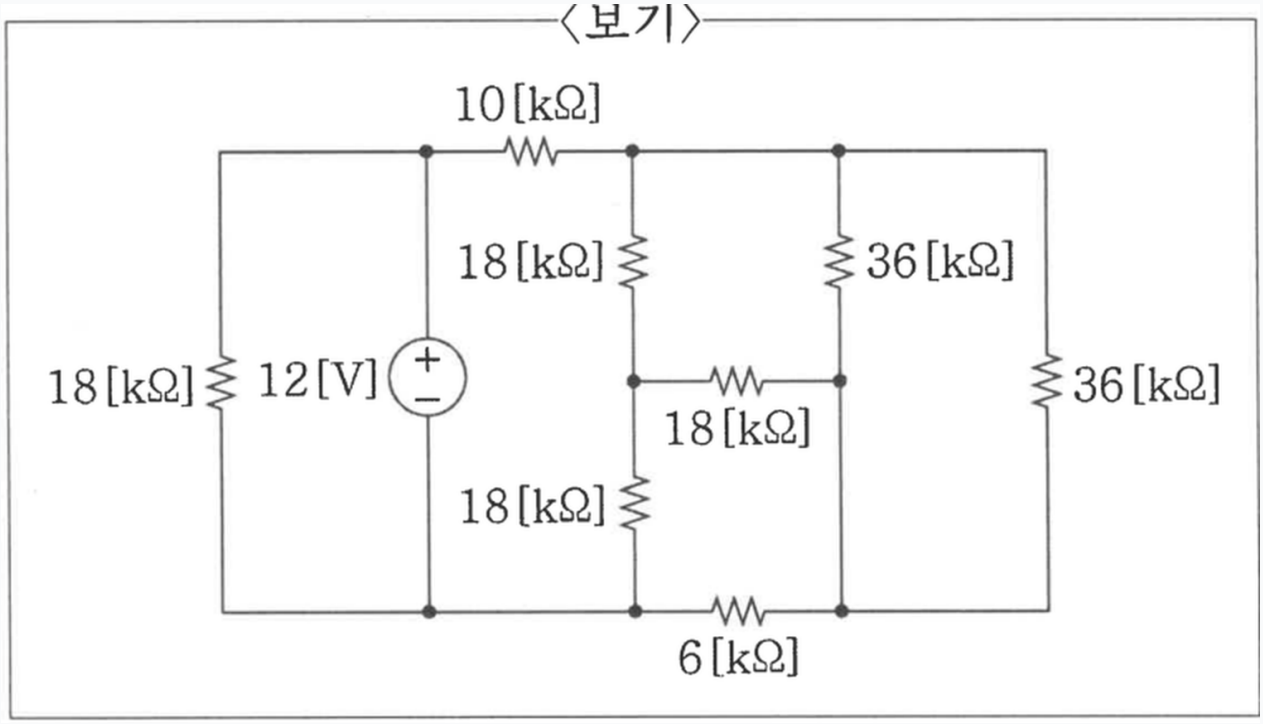
교류 회로에서 특정 분기전류를 묻는 문제는 먼저 결점전압으로 그 분기 상단 노드전압을 구한 뒤, 마지막에 그 분기의 임피던스로만 나눈다. 전원값이나 다른 가지 전류를 곧바로 답으로 두지 않는다.

### 암기 포인트

$I_o$는 해당 분기전압 나누기 해당 분기임피던스이다. 이 문항에서는 $I_o = V_a/2 = 1\angle 0^\circ$이다.

NoteBase

**문 14. <보기>의 회로에서 12[V]전원을 통해 공급하는 전력의 크기에 가장 가까운 값[mW]은?**




① 6

② 9

③ 12

④ 14

**정답 4번**

**출제 포인트**

브리지 형태의 저항망을 부분 등가화한 뒤 전원에서 본 전체 합성저항을 구하고 $P = V^2/R$로 공급 전력을 계산하는 문항이다.

**조건 정리**

전원은 12 V이다.
전원 양단에는 왼쪽 18kΩ 가지와, 위쪽 10kΩ을 지난 뒤의 오른쪽 저항망 가지가 병렬로 연결되어 있다.
오른쪽의 36kΩ 두 개는 같은 두 노드 사이에 연결되어 있으므로 병렬이고, 그 합성은 18kΩ이다.

**사용할 공식**

공급 전력은 $P = V^2/R_{eq}$이다.
병렬 합성은 $R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$이다.

NoteBase

### 계산 과정

오른쪽 저항망에서 위 36kΩ과 바깥 36kΩ은 병렬이므로 $18k\Omega$가 된다.
이제 10kΩ 오른쪽의 브리지 회로에 대해, 위 노드 전압을 1 V로 두고 아래 노드를 0 V로 두면 중간 노드 전압은 각각 3/7V, 2/7V가 된다.
따라서 그 가지 전류는
$I = \frac{1-3/7}{18k\Omega} + \frac{1-2/7}{18k\Omega} = \frac{1}{14k\Omega}$
이므로 오른쪽 저항망의 합성저항은 $14k\Omega$이다.
따라서 전원에서 본 오른쪽 전체 가지는 $10 + 14 = 24k\Omega$이다.
전체 합성저항은
$R_{eq} = 18 \parallel 24 = \frac{18 \times 24}{18+24} = \frac{72}{7}k\Omega$
이다.
공급 전력은
$P = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{12^2}{72/7 \times 10^3} = 14 \times 10^{-3} W = 14mW$
이다.

### 선지별 해설

① X: 6mW는 전체 저항을 24kΩ로만 본 값이다. 이는 왼쪽 18kΩ 병렬 가지를 빠뜨린 오류이다. 전체 합성저항은 24kΩ가 아니라 $18 \parallel 24 = 72/7k\Omega$이므로 6mW가 아니라 14mW이다.
② X: 9mW는 전체 합성저항을 16kΩ로 잘못 둔 값에 해당한다. 오른쪽 가지 내부를 성급하게 직병렬 처리하면 생기는 오답이며, 실제 전체 합성저항은 $72/7k\Omega$이다. 따라서 9mW가 아니라 14mW이다.
③ X: 12mW는 전체 합성저항을 12kΩ로 본 값에 해당한다. 브리지 회로를 단순 직병렬로 오해한 결과이며, 오른쪽 저항망은 14kΩ이고 10kΩ과 직렬이므로 오른쪽 가지 전체는 24kΩ이다. 따라서 12mW가 아니라 14mW이다.
④ O: 오른쪽 저항망은 14kΩ, 여기에 10kΩ이 직렬이므로 오른쪽 가지는 24kΩ이다. 이것이 왼쪽 18kΩ과 병렬이어서 전체 합성저항은 $72/7k\Omega$이고, $P = V^2/R_{eq}$로 계산하면 14mW가 된다.

### 오답 포인트

브리지 모양이 보이면 모든 저항을 바로 직렬이나 병렬로 묶을 수 있다고 착각하기 쉽다. 이 문항에서는 오른쪽 36kΩ 두 개만 먼저 병렬로 줄일 수 있고, 그 뒤의 브리지 부분은 노드해석이나 델타-와이 수준의 등가화가 필요하다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

회로 전력 문제는 먼저 전원에서 본 전체 합성저항을 구한 뒤 $P = V^2/R$를 적용하면 된다. 회로가 브리지 형태이면 같은 두 노드에 정확히 걸린 저항만 먼저 묶고, 나머지는 중간 노드 전위를 두어 등가저항을 구하는 방식으로 판단한다.

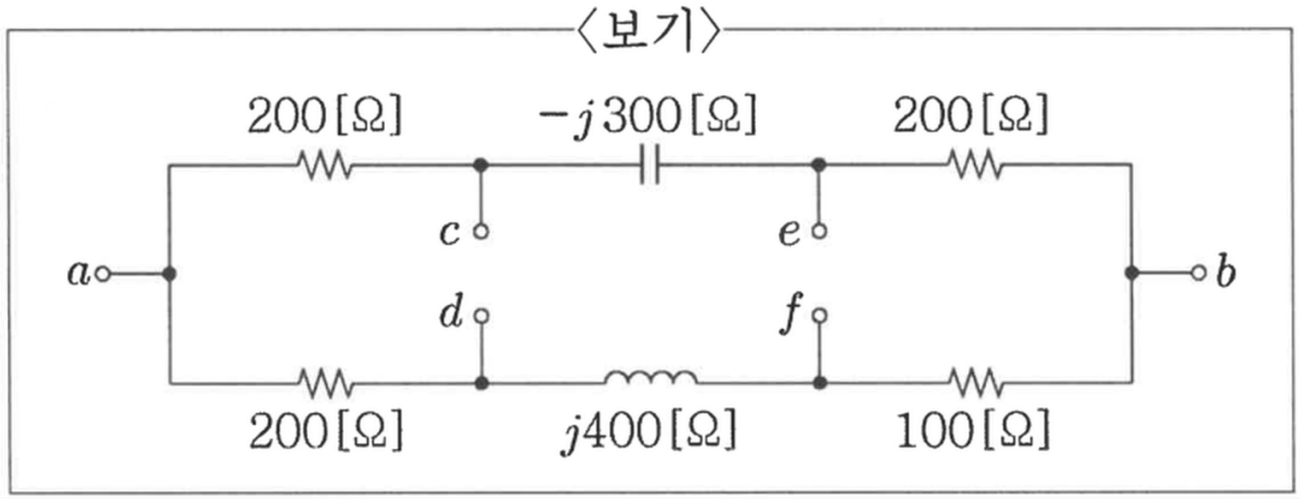
NoteBase

**암기 포인트**

전원 전력은 전체 합성저항으로 결정되고, 브리지 회로는 억지 직병렬보다 노드 기준 등가화가 빠르다.

NoteBase

**문 15. <보기>의 회로에서 단자 $a-b$ 사이에 $100[V]$의 교류 전압이 인가되었을 때, 단자 $c-d$ 사이의 전압 $V_{c-d}$와 단자 $e-f$ 사이의 전압 $V_{e-f}$에 가장 가까운 값$[V]$은? (단, 콘덴서와 코일의 손실은 없다.)**




① $V_{c-d}[V]$: 56.6, $V_{e-f}[V]$: 44.7

② $V_{c-d}[V]$: 72.1, $V_{e-f}[V]$: 44.7

③ $V_{c-d}[V]$: 82.5, $V_{e-f}[V]$: 72.1

④ $V_{c-d}[V]$: 82.5, $V_{e-f}[V]$: 56.6

**정답 1번**

**출제 포인트**

이 문제는 병렬 두 분기에 같은 인가전압이 걸릴 때 각 분기 전류를 구하고, 대응 노드 사이의 전압 $V_{c-d}$, $V_{e-f}$의 크기를 계산하는 문제이다.

**조건 정리**

- 주어진 값: 상부 분기 임피던스는 $200-j300+200=400-j300\Omega$, 하부 분기 임피던스는 $200+j400+100=300+j400\Omega$이다.
- 구해야 할 값: $|V_{c-d}|$, $|V_{e-f}|$이다.
- 주의할 조건: $V_{c-d}$, $V_{e-f}$는 각 노드 전압의 크기를 따로 읽는 값이 아니라 두 노드의 복소수 전위차를 뺀 뒤 그 크기를 구하는 값이다.

**사용할 공식**

$I=\frac{V}{Z}, \quad V=IZ, \quad V_{x-y}=V_x-V_y$

이 공식을 쓰는 이유는 a-b 양단에 같은 $100V$가 걸린 두 병렬 분기에서 각 분기 전류를 먼저 구한 뒤, 각 소자 전압강하를 이용해 노드 전위를 계산해야 c-d, e-f 사이의 선간 전압을 정확히 구할 수 있기 때문이다.

NoteBase

### 계산 과정

1. 상부 분기 전류는 $I_t = \frac{100}{400 - j300} = 0.16 + j0.12 = 0.2\angle 36.87^\circ A$ 이고, 하부 분기 전류는 $I_b = \frac{100}{300 + j400} = 0.12 - j0.16 = 0.2\angle -53.13^\circ A$ 이다.
2. c, d 노드 전위는 상부 첫 저항 전압강하 $200I_t = 32 + j24$, 하부 첫 저항 전압강하 $200I_b = 24 - j32$를 이용하면 $V_c = 100 - (32 + j24) = 68 - j24$, $V_d = 100 - (24 - j32) = 76 + j32$이다. 따라서 $V_{c-d} = V_c - V_d = (68 - j24) - (76 + j32) = -8 - j56$ 이고, $|V_{c-d}| = \sqrt{(-8)^2 + (-56)^2} = 56.6V$ 이다.
3. e, f 노드 전위는 b를 기준으로 마지막 저항 양단전압을 바로 쓰면 $V_e = 200I_t = 32 + j24$, $V_f = 100I_b = 12 - j16$이다. 따라서 $V_{e-f} = V_e - V_f = (32 + j24) - (12 - j16) = 20 + j40$ 이고, $|V_{e-f}| = \sqrt{20^2 + 40^2} = 44.7V$ 이다.

### 선지별 해설

① O
- $V_{c-d} = 56.6V$, $V_{e-f} = 44.7V$로 계산 결과와 일치한다.

② X
- 틀린 표현은 "$V_{c-d} = 72.1V$"이다.
- 올바르게는 $V_{c-d} = 56.6V$이다.
- 72.1 V는 $V_c = 68 - j24$의 크기 $|V_c|$를 읽은 값으로 볼 수 있다. 문제는 $V_c$ 자체가 아니라 $V_c - V_d$를 묻는다.

③ X
- 틀린 표현은 "$V_{c-d} = 82.5V$, $V_{e-f} = 72.1V$"이다.
- 올바르게는 $V_{c-d} = 56.6V$, $V_{e-f} = 44.7V$이다.
- 82.5 V는 $V_d = 76 + j32$의 크기 $|V_d|$에 해당한다. 72.1 V도 노드 전압 크기 혼동에서 나온 값으로 볼 수 있으며, 선간 전압은 복소수 차로 구해야 한다.

④ X
- 틀린 표현은 "$V_{c-d} = 82.5V$, $V_{e-f} = 56.6V$"이다.
- 올바르게는 $V_{c-d} = 56.6V$, $V_{e-f} = 44.7V$이다.
- $V_{c-d}$에 $|V_d|$를 대입하고, $V_{e-f}$에 앞에서 구한 $V_{c-d}$ 값을 잘못 옮긴 경우에 해당한다.

### 오답 포인트

각 분기 전체에는 같은 $100V$가 걸리지만 분기 전류는 서로 다르다는 점을 놓치기 쉽다. 또 $V_{c-d}$, $V_{e-f}$를 각 노드 전압의 크기로 오해하면 72.1 V, 82.5 V 같은 오답이 나온다. 리액턴스 부호를 반대로 두어도 전류 위상이 달라져 전위차가 모두 달라진다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

병렬 회로 전압 문제는 먼저 각 분기의 전체 임피던스로 분기 전류를 구하고, 다음에 해당 노드 전위를 복소수로 계산한 뒤, 마지막에 $V_x - V_y$를 구해 그 크기를 취하는 순서로 판단한다.

**암기 포인트**

선간 전압은 노드전압의 크기 차가 아니라 노드전압의 복소수 차의 크기이다.

NoteBase

**문 16.** 10[$mH$]의 두 자기 인덕턴스가 있다. 결합계수를 0.5에서 0.8까지 변화시킬 수 있을 때, 직렬 접속 시 합성 인덕턴스의 최댓값최솟값은?

① 3

② 4

③ 9

④ 19

**정답 3번**

### 출제 포인트

이 문제는 결합계수로 상호인덕턴스 $M$를 구한 뒤, 직렬 가극성과 역극성의 합성 인덕턴스 $L = L_1 + L_2 \pm 2M$의 최대값과 최소값의 비를 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값: $L_1 = L_2 = 10mH$, $k = 0.5 \sim 0.8$이다.
구해야 할 값: 직렬 접속 시 합성 인덕턴스의 최대값과 최소값의 비이다.
주의할 조건: 최대값은 가극성 직렬, 최소값은 역극성 직렬에서 나오며 둘 다 $k$가 가장 큰 0.8일 때 극값이 된다.

### 사용할 공식

상호인덕턴스는 $M = k\sqrt{L_1 L_2}$이다. 직렬 접속의 합성 인덕턴스는 $L_s = L_1 + L_2 \pm 2M$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 두 코일의 자기 결합이 있으므로 단순히 $L_1 + L_2$만 더하지 않고 상호인덕턴스 항 $\pm 2M$를 포함해야 최대값과 최소값을 구할 수 있다.

### 계산 과정

1. $M = k\sqrt{10 \times 10} = 10kmH$이다.
2. 최대값은 $k = 0.8$에서 가극성 직렬이므로 $L_{max} = 10 + 10 + 2 \times 10 \times 0.8 = 36mH$이다.
3. 최소값은 $k = 0.8$에서 역극성 직렬이므로 $L_{min} = 10 + 10 - 2 \times 10 \times 0.8 = 4mH$이다.
4. 따라서 $L_{max}/L_{min} = 36/4 = 9$이다.

NoteBase

**선지 판단**

① X
- 3은 계산 결과인 9와 다르다.
- 틀린 표현은 '3'이고, 올바르게는 '9'이다.

② X
- 4는 최소 합성 인덕턴스 $4mH$ 자체에 해당하는 값일 뿐, 문제에서 묻는 최대값/최소값의 비가 아니다.
- 틀린 표현은 '4'이고, 올바르게는 '9'이다.

③ O
- 최대값 $36mH$와 최소값 $4mH$의 비는 9이므로 옳다.

④ X
- 19는 36/4의 계산 결과와 맞지 않으며, 이 조건에서 나올 수 있는 최대값/최소값의 비가 아니다.
- 틀린 표현은 '19'이고, 올바르게는 '9'이다.

**오답 포인트**

상호인덕턴스가 있는 직렬 접속에서 $\pm 2M$를 빠뜨리거나, 최대와 최소가 모두 $k$의 최댓값에서 나온다는 점을 놓치면 오답이 된다. 또 문제는 합성 인덕턴스 값 자체가 아니라 최대값과 최소값의 비를 묻는다는 점을 구분해야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

결합 코일 문제는 먼저 $M = k\sqrt{L_1 L_2}$를 구한 뒤, 가극성 직렬은 $L_1 + L_2 + 2M$, 역극성 직렬은 $L_1 + L_2 - 2M$로 놓고 극값과 비를 계산하면 된다.

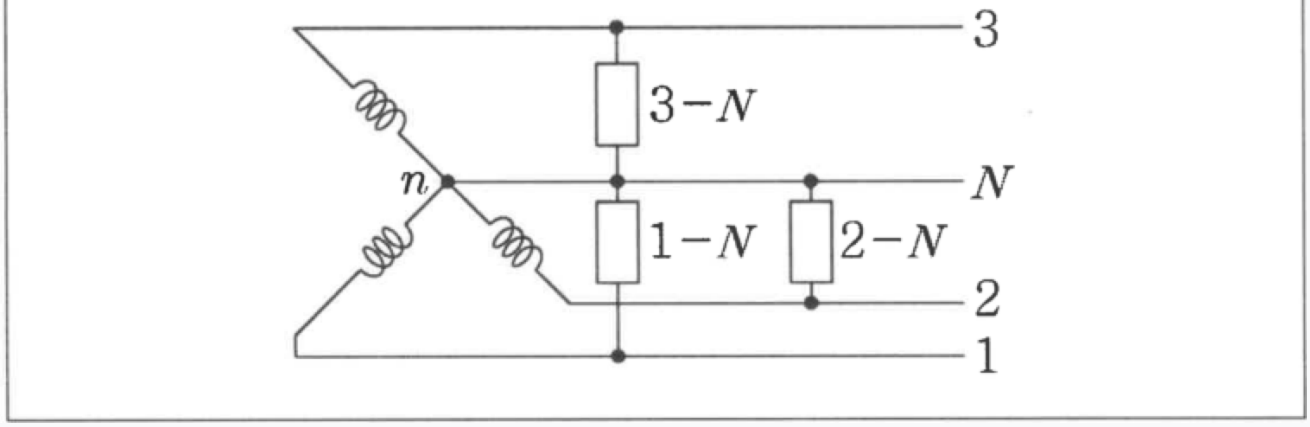
**암기 포인트**

직렬 결합 코일은 최대 $L_1 + L_2 + 2M$, 최소 $L_1 + L_2 - 2M$이다.

NoteBase

**문 17. <보기>의 평형 3상 4선식 배전선로에 역률 100[%]인 부하 1-N, 2-N, 3-N이 각 상과 중성선 간에 연결되어 있다. 1, 2, 3상에 흐르는 선전류가 각각 220[A], 172[A], 190[A]일 때 중성선에 흐르는 전류의 크기 [A]는?**

〈보기〉




① 36

② 42

③ 54

④ 62

**정답 2번**

**출제 포인트**

이 문제는 3상 4선식에서 서로 120° 위상차를 가지는 각 상전류의 벡터합으로 중성선 전류를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 1상 220A, 2상 172A, 3상 190A이다.
구해야 할 값: 중성선 전류의 크기이다.
주의할 조건: 각 부하의 역률이 100%이므로 각 상전류는 자기 상전압과 동상이고, 상전류끼리는 120°의 위상차를 가진다.

**사용할 공식**

중성선 전류는 세 상전류의 벡터합이다.

$$I_N = |\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3| = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 - I_1 I_2 - I_2 I_3 - I_3 I_1}$$

이 공식을 쓰는 이유는 3상 전류가 크기만 다르고 서로 120° 간격을 이루는 교류 벡터이기 때문이다.

NoteBase

**계산 과정**

1. 각 상전류를 공식에 대입한다.

$I_N^2 = 220^2 + 172^2 + 190^2 - 220 \times 172 - 172 \times 190 - 190 \times 220$

2. 제곱항과 곱항을 계산한다.

$I_N^2 = 48{,}400 + 29{,}584 + 36{,}100 - 37{,}840 - 32{,}680 - 41{,}800 = 1{,}764$

3. 제곱근을 취한다.

$I_N = \sqrt{1{,}764} = 42A$

따라서 중성선 전류의 크기는 42A이다.

**선지별 해설**

① X

계산 결과 중성선 전류는 42A이므로 36A는 맞지 않는다. 틀린 값 36A → 올바르게는 42A이다.

② O

벡터합 공식을 적용하면 $I_N = 42A$가 되므로 정답이다.

③ X

계산 결과와 비교하면 54A는 중성선 전류가 아니다. 틀린 값 54A → 올바르게는 42A이다.

④ X

계산 결과와 비교하면 62A도 중성선 전류가 아니다. 틀린 값 62A → 올바르게는 42A이다.

**오답 포인트**

중성선 전류를 단순 산술합이나 두 전류의 차로 처리하면 오답이 된다. 이 문제의 핵심은 역률 100% 조건에서 각 상전류가 서로 120° 위상차를 갖는다는 점이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

3상 4선식에서 중성선 전류를 묻으면 먼저 각 상전류의 위상차가 120°인지 확인하고, 그다음 벡터합 공식을 적용해 최종값을 계산한다.

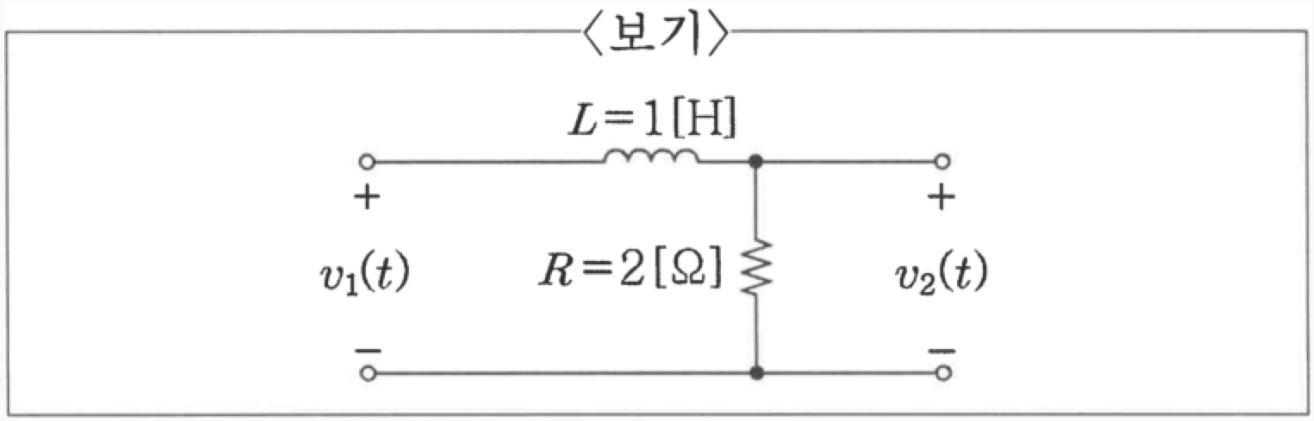
**암기 포인트**

3상 4선식 중성선 전류는 산술합이 아니라 120° 벡터합으로 구한다.

NoteBase

**문 18. <보기>의 회로에서 $t=0$일 때 $v_1(t)=e^{-4t}[V]$이 인가되었다. 이때, $t>0$에서 $v_2(t)[V]$는?**

<보기>




① $e^{-t}-e^{-2t}$

② $e^{-t}-e^{-4t}$

③ $e^{-2t}-e^{-6t}$

④ $e^{-2t}-e^{-4t}$

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 1차 RL 회로에서 저항 전압 $v_2(t)$의 미분방정식을 세워 강제응답과 자연응답을 합쳐 구할 수 있는지를 묻는다.

**조건 정리**

주어진 값: 입력은 $v_1(t)=e^{-4t}[V]$, 인덕터는 $L=1[H]$, 저항은 $R=2[\Omega]$이다.
구해야 할 값: $t>0$에서 저항 양단 전압 $v_2(t)$이다.
주의할 조건: 인덕터 전류는 순간적으로 변하지 않으므로 초기전류를 0으로 보면 $i(0^+)=0$, 따라서 $v_2(0^+)=Ri(0^+)=0$이다.

**사용할 공식**

직렬 RL 회로에서 $v_1=v_L+v_R$, $v_L=L\frac{di}{dt}$, $v_R=Ri=v_2$이다.
또한 $i=\frac{v_2}{R}=\frac{v_2}{2}$이므로
$v_1(t)=L\frac{d}{dt}\left(\frac{v_2}{2}\right)+v_2(t)=\frac{1}{2}\frac{dv_2}{dt}+v_2(t)$
가 된다.
이 공식을 쓰는 이유는 회로가 인덕터 1개와 저항 1개로 이루어진 1차 RL 회로이고, 출력이 저항 전압이기 때문이다.

NoteBase

### 계산 과정

입력 $v_1(t) = e^{-4t}$를 대입하면
$\frac{1}{2}\frac{dv_2}{dt} + v_2 = e^{-4t}$
$\frac{dv_2}{dt} + 2v_2 = 2e^{-4t}$
가 된다.
특수해를 $v_{2p} = Ae^{-4t}$로 두면
$-4Ae^{-4t} + 2Ae^{-4t} = 2e^{-4t}$
$-2A = 2 \Rightarrow A = -1$
이므로 $v_{2p} = -e^{-4t}$이다.
동차해는 $v_{2h} = Ce^{-2t}$이다.
따라서
$v_2(t) = Ce^{-2t} - e^{-4t}$
초기조건 $v_2(0^+) = 0$을 대입하면
$0 = C - 1 \Rightarrow C = 1$
이므로
$v_2(t) = e^{-2t} - e^{-4t}$
가 된다.

### 선지 판단

① X: $e^{-t} - e^{-2t}$는 회로의 자연응답 지수를 $-2t$가 아니라 $-t$라고 본 식이다. 이 회로의 시정수는 $\tau = \frac{L}{R} = \frac{1}{2}$이므로 자연응답은 $e^{-2t}$ 꼴이어야 한다. 틀린 식은 $e^{-t} - e^{-2t}$이고, 올바르게는 $e^{-2t} - e^{-4t}$이다.
② X: 첫 항 $e^{-t}$가 잘못되었다. 입력의 강제응답은 $e^{-4t}$를 따라가고, 회로 자체의 자연응답만 $e^{-2t}$가 된다. 틀린 식은 $e^{-t} - e^{-4t}$이고, 올바르게는 $e^{-2t} - e^{-4t}$이다.
③ X: 둘째 항 $e^{-6t}$가 잘못되었다. 강제응답의 지수는 입력 $e^{-4t}$에서 정해지므로 $e^{-6t}$가 나올 수 없다. 틀린 식은 $e^{-2t} - e^{-6t}$이고, 올바르게는 $e^{-2t} - e^{-4t}$이다.
④ O: 미분방정식 $\frac{dv_2}{dt} + 2v_2 = 2e^{-4t}$를 풀고 $v_2(0^+) = 0$을 적용하면 $v_2(t) = e^{-2t} - e^{-4t}$가 된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

### 오답 포인트

자연응답의 지수를 $e^{-t}$로 잘못 쓰거나, 강제응답의 지수를 입력과 다르게 바꾸는 실수가 가장 흔하다. 이 문제는 회로 고유지수 $\frac{R}{L} = 2$와 입력 지수 4를 구분하는지가 함정이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

1차 RL 응답 문제는 먼저 $v_L + v_R$로 미분방정식을 세우고, 다음으로 자연응답 지수 $e^{-Rt/Lt}$와 입력이 만드는 강제응답 지수를 분리해서 본다. 마지막에 인덕터 초기전류로 초기조건을 넣어 상수를 정하면 된다.

NoteBase

**암기 포인트**

RL 회로의 저항 전압 응답은 자연응답 $e^{-Rt/Lt}$와 입력이 만든 강제응답의 합으로 결정된다.

NoteBase

**문 19. <보기>는 회로의 주파수 응답 특성을 나타낸 전달함수이다. 회로의 전달함수의 극점 또는 영점에 해당하지 않는 것은?**

<보기>

$H(s) = \frac{20s^2 + 80s + 100}{s^3 + 10s^2 + 21s}$

① 7

② -3

③ $-2 + j$

④ 0

**정답 1번**

### 출제 포인트

전달함수의 분자와 분모를 각각 인수분해하여 영점과 극점을 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

### 조건 정리

분자 $20s^2 + 80s + 100$의 근은 영점이다.
분모 $s^3 + 10s^2 + 21s$의 근은 극점이다.
발문은 '해당하지 않는 것'이므로 영점이나 극점이 아닌 값을 찾아야 한다.

### 사용할 공식

영점은 전달함수 분자를 0으로 만드는 $s$값이고, 극점은 분모를 0으로 만드는 $s$값이다.
$20s^2 + 80s + 100 = 20(s^2 + 4s + 5)$
$s^3 + 10s^2 + 21s = s(s^2 + 10s + 21) = s(s + 3)(s + 7)$
이 정의를 쓰는 이유는 전달함수의 근 위치가 분자와 분모에서 직접 결정되기 때문이다.

### 계산 과정

1. 분모를 인수분해하면 $s(s + 3)(s + 7)$이므로 극점은 $s = 0, -3, -7$이다.
2. 분자는 $s^2 + 4s + 5 = 0$으로 두고 정리하면 $(s + 2)^2 + 1 = 0$이므로 영점은 $s = -2 \pm j$이다.
3. 따라서 보기의 값 가운데 영점이나 극점에 해당하지 않는 것은 7이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① O: 7은 분자의 근도 아니고 분모의 근도 아니다. 극점에는 $-7$이 있지만 7은 없다.
② X: $-3$은 분모 $s(s+3)(s+7)$를 0으로 만드는 값이므로 극점이다. 틀린 표현은 '$-3$이 해당하지 않는다'는 판단이고, 올바르게는 '$-3$은 극점에 해당한다'이다.
③ X: $-2+j$는 분자 $s^2+4s+5=0$의 근 중 하나이므로 영점이다. 틀린 표현은 '$-2+j$가 해당하지 않는다'는 판단이고, 올바르게는 '$-2+j$는 영점에 해당한다'이다.
④ X: 분모에 $s$가 인수로 있으므로 0은 극점이다. 틀린 표현은 '0이 해당하지 않는다'는 판단이고, 올바르게는 '0은 극점에 해당한다'이다.

### 오답 포인트

분모의 인수 $(s+7)$을 보고 극점을 7로 착각하면 ①과 ④ 사이에서 흔들리게 된다. 또 영점은 분자, 극점은 분모에서 찾는다는 기준을 섞으면 ③도 놓치기 쉽다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

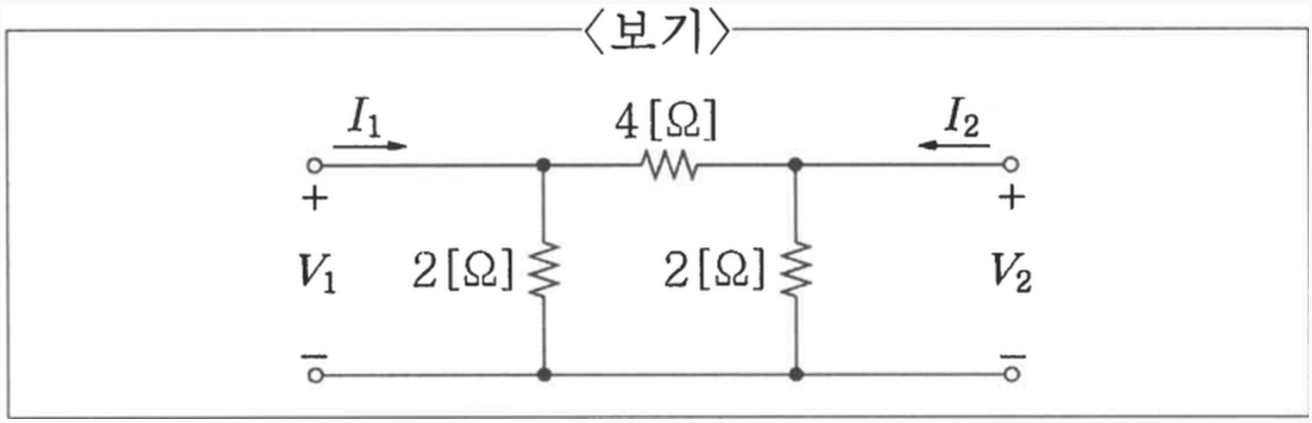
전달함수 문제는 먼저 분자와 분모를 분리한 뒤, 분자의 근은 영점으로 적고 분모의 근은 극점으로 적는다. 그 다음 발문이 '옳은 것'인지 '옳지 않은 것'인지 확인하여 선지를 대조하면 된다.

### 암기 포인트

영점은 분자의 근, 극점은 분모의 근이며, $(s+a)$의 근은 $-a$라는 부호를 항상 함께 본다.

NoteBase

**문 20. <보기>의 회로에서 전송파라미터(transmission parameter)의 bmatrix A & B \ C & D bmatrix 값은?**




① A: 2, B: 1, C: 3, D: 2

② A: 2, B: 3, C: 1, D: 2

③ A: 3, B: 2, C: 4, D: 3

④ A: 3, B: 4, C: 2, D: 3

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 2포트 회로를 셔트-직렬-셔트의 연쇄망으로 보고 전송파라미터 $A, B, C, D$를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값:
- 입력측 셔트 저항 2[Ω]
- 중간 직렬 저항 4[Ω]
- 출력측 셔트 저항 2[Ω]

구해야 할 값:
- 전송파라미터 $A, B, C, D$

주의할 조건:
- 셔트 소자는 어드미턴스 행렬, 직렬 소자는 임피던스 행렬로 바꾸어 입력측에서 출력측 순서로 곱한다.

NoteBase

**기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 회로이론 · 2023**

**사용할 공식**

셔트 어드미턴스 $Y$의 전송행렬은 bmatrix1&0 \ Y&1bmatrix이고, 직렬 임피던스 $Z$의 전송행렬은 bmatrix1&Z \ 0&1bmatrix이다.
bmatrix A & B \ C & D bmatrix = bmatrix 1 & 0 \ Y & 1 bmatrix bmatrix 1 & Z \ 0 & 1 bmatrix bmatrix 1 & 0 \ Y & 1 bmatrix
이 공식을 쓰는 이유:
이 회로는 입력측 셔트 저항, 중간 직렬 저항, 출력측 셔트 저항이 차례로 연결된 2포트망이기 때문이다.

**계산 과정**

1. 셔트 저항 2[Ω]의 어드미턴스는 $Y = \frac{1}{2}$[S]이고, 직렬 저항은 $Z = 4$[Ω]이다.
2. 앞의 두 행렬을 먼저 곱하면
bmatrix 1 & 0 \ (1)/(2) & 1 bmatrix bmatrix 1 & 4 \ 0 & 1 bmatrix = bmatrix 1 & 4 \ (1)/(2) & 3 bmatrix
3. 여기에 마지막 셔트 행렬을 곱하면
bmatrix 1 & 4 \ (1)/(2) & 3 bmatrix bmatrix 1 & 0 \ (1)/(2) & 1 bmatrix = bmatrix 3 & 4 \ 2 & 3 bmatrix
따라서 $A = 3, B = 4, C = 2, D = 3$이다.

**선지 판단**

① X
- ①은 $A = 2, B = 1, C = 3, D = 2$이다. 계산 결과 (3, 4, 2, 3)와 비교하면 네 값이 모두 맞지 않는다. 틀린 표현은 "$A = 2, B = 1, C = 3, D = 2$"이고, 올바르게는 "$A = 3, B = 4, C = 2, D = 3$"이다.

② X
- ②는 $A = 2, B = 3, C = 1, D = 2$이다. 계산 결과와 비교하면 $A, B, C, D$가 모두 일치하지 않는다. 틀린 표현은 "$A = 2, B = 3, C = 1, D = 2$"이고, 올바르게는 "$A = 3, B = 4, C = 2, D = 3$"이다.

③ X
- ③는 $A = 3, B = 2, C = 4, D = 3$이다. $A$와 $D$는 맞지만 $B$와 $C$가 계산값과 반대로 들어가 있다. 틀린 표현은 "$B = 2, C = 4$"이고, 올바르게는 "$B = 4, C = 2$"이다.

④ O
- ④는 $A = 3, B = 4, C = 2, D = 3$으로 전송행렬 계산 결과와 정확히 일치한다.

**오답 포인트**

이 문제의 함정은 셔트 저항 2[Ω]를 그대로 넣지 않고 먼저 어드미턴스 $Y = 1/2$[S]로 바꾸어야 한다는 점이다. 또 $B$는 직렬 임피던스 쪽 값, $C$는 셔트 어드미턴스가 누적된 값이므로 ③처럼 $B$와 $C$를 뒤바꾸기 쉽다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

2포트 저항망이 셔트-직렬-셔트 형태로 보이면 각 소자를 전송행렬로 바꾼 뒤 입력측에서 출력측 순서로 곱해 $A, B, C, D$를 읽는다. 셔트 저항은 먼저 어드미턴스로 바꾼다.

NoteBase

**암기 포인트**

셔트 $Y$는 bmatrix1&0 \ Y&1bmatrix, 직렬 $Z$는 bmatrix1&Z \ 0&1bmatrix이고, 이 문항의 결과는 $(A, B, C, D) = (3, 4, 2, 3)$이다.