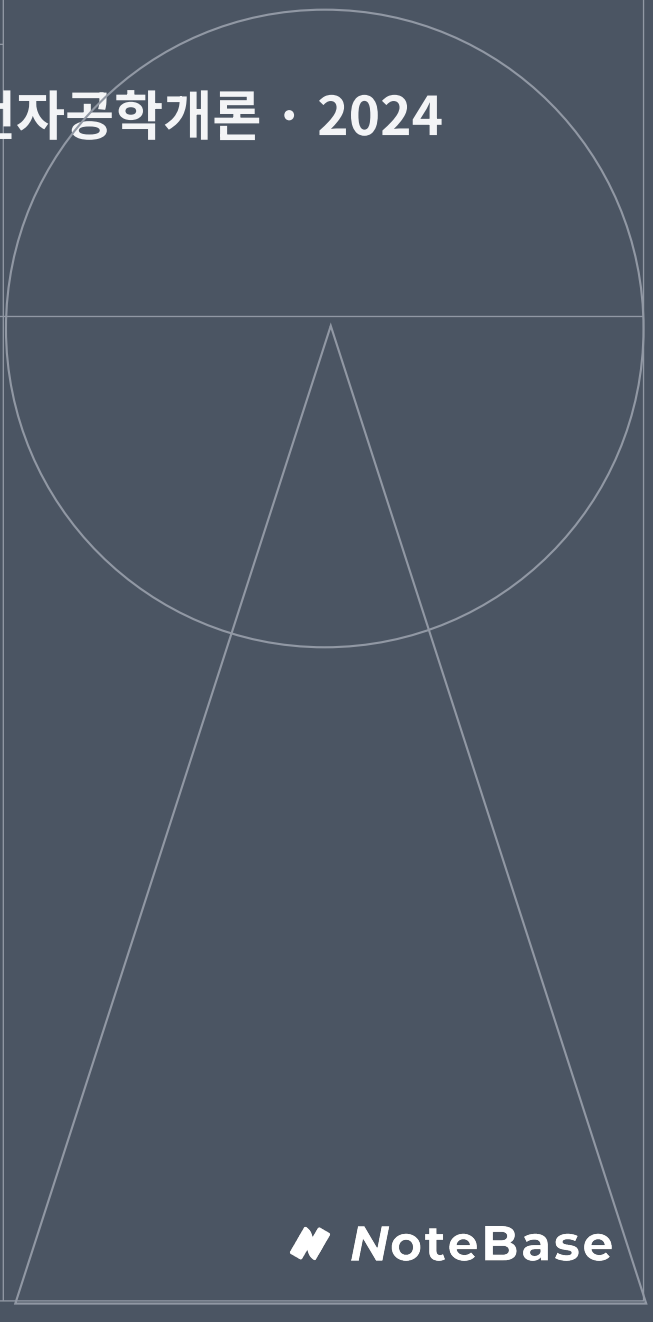
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전자공학개론 · 2024



NoteBase

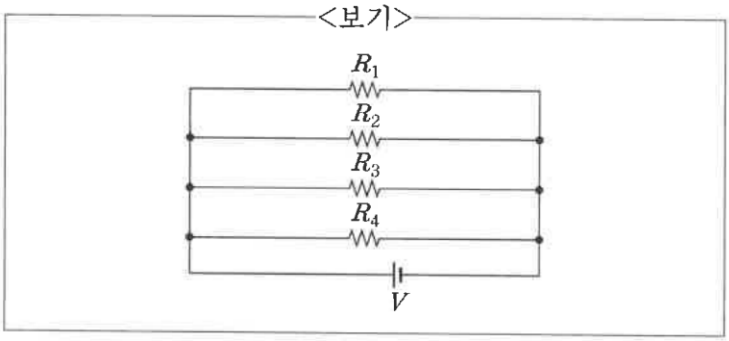
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전자공학개론 · 2024

공무원/서울시/9급 경력 · 전자공학개론 · 2024

1. <보기>에 제시된 회로의 합성 저항[kΩ]은? (단, $R_1=16[\mathrm{k\Omega}]$, $R_2=16[\mathrm{k\Omega}]$, $R_3=8[\mathrm{k\Omega}]$, $R_4=4[\mathrm{k\Omega}]$ 이다.)

<보기>



① 1 ② 2
③ 4 ④ 8

정답 2번

출제 포인트

같은 두 노드 사이에 연결된 네 저항에 병렬 합성 저항 공식을 적용하여 합성 저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R_1 = 16\mathrm{k\Omega}$, $R_2 = 16\mathrm{k\Omega}$, $R_3 = 8\mathrm{k\Omega}$, $R_4 = 4\mathrm{k\Omega}$이다.
구해야 할 값: 네 저항의 합성 저항 R_{eq}이다.
주의할 조건: 네 저항의 양 끝이 각각 동일한 두 도선에 연결되어 있으므로 모두 병렬 연결이다.

사용할 공식

병렬 연결의 합성 저항은 다음과 같다.
$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$
각 저항에 같은 전압이 걸리는 병렬 회로이므로 각 저항의 컨덕턴스인 저항의 역수를 더한다.

NoteBase

계산 과정

저항값을 kΩ 단위로 통일하여 대입한다.

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{16} + \frac{1}{16} + \frac{1}{8} + \frac{1}{4} = \frac{1+1+2+4}{16} = \frac{8}{16} = \frac{1}{2}$

양변의 역수를 취하면 다음과 같다.

$R_{eq} = 2\text{k}\Omega$

선지 판단

① X — 합성 저항은 1kΩ가 아니다. 역수의 합이 1이 아니라 1/2이므로 올바른 값은 2kΩ이다.

② O — 병렬 합성식을 계산하면 $R_{eq} = 2\text{k}\Omega$이므로 계산 결과와 일치한다.

③ X — 4kΩ는 가장 작은 개별 저항 R_4의 값일 뿐 합성 저항이 아니다. 올바른 합성 저항은 2kΩ이다.

④ X — 8kΩ는 개별 저항 R_3의 값일 뿐 합성 저항이 아니다. 올바른 합성 저항은 2kΩ이다.

오답 포인트

병렬 연결인데 저항값을 그대로 더하거나 특정 저항 하나만 고르면 안 된다. 병렬 합성 저항은 항상 가장 작은 개별 저항보다 작으므로, 이 회로에서는 반드시 4kΩ보다 작아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 소자의 양 끝이 같은 두 노드에 연결되었는지 확인한다. 병렬이면 저항의 역수를 모두 더한 뒤 마지막에 다시 역수를 취하고, 결과가 가장 작은 개별 저항보다 작은지 검산한다.

암기 포인트

병렬 저항은 역수의 합이며, 합성 저항은 가장 작은 가지 저항보다 작다.

NoteBase

2. 8진수 $25_{(8)}$를 16진수로 변환한 값은?

① $11_{(16)}$ ② $15_{(16)}$

③ $25_{(16)}$ ④ $10101_{(16)}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 8진수를 10진수로 풀어 쓴 뒤 16진수로 변환하는 원리를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $25_{(8)}$
구해야 할 값: $25_{(8)}$와 같은 크기의 16진수
주의할 조건: 아래첨자 8과 16은 각 수의 진법을 뜻한다.

사용할 공식

8진수의 각 자릿값을 전개하면 $25_{(8)} = 2 \times 8^1 + 5 \times 8^0$이다. 이 식으로 먼저 수의 실제 크기를 구한 뒤, 그 값을 16의 몫과 나머지로 나타내면 16진수로 변환할 수 있다.

계산 과정

1. $25_{(8)} = 2 \times 8 + 5 = 21_{(10)}$이다.
2. $21 = 1 \times 16 + 5$이므로 16의 자리 숫자는 1, 일의 자리 숫자는 5이다.
3. 따라서 $25_{(8)} = 15_{(16)}$이다.

선지 판단

① X — $11_{(16)} = 17_{(10)}$이므로 21과 같지 않다. 틀린 값 $11_{(16)}$은 올바르게는 $15_{(16)}$이다.
② O — $15_{(16)} = 1 \times 16 + 5 = 21_{(10)}$이므로 $25_{(8)}$와 같다.
③ X — $25_{(16)} = 37_{(10)}$이므로 21과 같지 않다. 진법을 바꾸지 않고 숫자 25를 그대로 쓴 것이며, 올바르게는 $15_{(16)}$이다.
④ X — $10101_{(16)} = 65793_{(10)}$이므로 21과 같지 않다. 10101은 21을 2진수로 나타낸 숫자이며, 16진수로는 $15_{(16)}$이다.
계산 결과 $15_{(16)}$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

③처럼 원래 숫자 25를 그대로 쓰거나, ④처럼 10진수 21을 2진수 10101로 바꾼 뒤 이를 16진수로 잘못 표시하기 쉽다. 변환한 숫자와 아래첨자의 진법이 서로 일치해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

서로 다른 진법의 수는 먼저 10진수 값으로 풀어 크기를 확인하고, 목표 진법의 거듭제곱이나 나눗셈을 이용해 다시 묶어 판단한다.

암기 포인트

$25_{(8)} = 21_{(10)} = 15_{(16)}$이다.

NoteBase

3. <보기>에서 전기장 효과 트랜지스터(FET, field effect transistor)의 전극을 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 베이스(B)	ㄴ. 드레인(D)
ㄷ. 게이트(G)	ㄹ. 소스(S)

① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄹ

③ ㄴ, ㄷ, ㄹ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

전계 효과 트랜지스터(FET)의 세 전극인 게이트(G), 드레인(D), 소스(S)를 바이폴라 접합 트랜지스터(BJT)의 전극인 베이스(B)와 구별하는 문제이다.

핵심 개념

FET는 게이트에 가해지는 전기장으로 드레인과 소스 사이의 전류를 제어하는 소자이며, 전극은 게이트(G)·드레인(D)·소스(S)이다.
BJT의 전극은 베이스(B)·컬렉터(C)·이미터(E)이므로 베이스는 FET의 전극이 아니다.
따라서 보기에서 FET의 전극은 ㄴ 드레인, ㄷ 게이트, ㄹ 소스이다.

선지별 해설

① X — ㄱ 베이스는 BJT의 전극이고, FET의 게이트와 소스도 빠져 있다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ'은 'ㄴ, ㄷ, ㄹ'로 고쳐야 한다.
② X — ㄴ 드레인과 ㄹ 소스는 FET의 전극이지만 ㄷ 게이트가 빠져 있어 전극을 모두 고른 조합이 아니다. 'ㄴ, ㄹ'은 'ㄴ, ㄷ, ㄹ'로 고쳐야 한다.
③ O — ㄴ 드레인, ㄷ 게이트, ㄹ 소스는 모두 FET의 전극이며 세 전극을 빠짐없이 고른 조합이다.
④ X — ㄴ 드레인, ㄷ 게이트, ㄹ 소스는 맞지만 ㄱ 베이스가 포함되어 있다. 'ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ'에서 ㄱ을 제외한 'ㄴ, ㄷ, ㄹ'이 올바른 조합이다.

오답 포인트

트랜지스터라는 공통점 때문에 BJT의 베이스를 FET의 전극으로 혼동하거나, 드레인과 소스만 전류 경로로 보고 전류를 제어하는 게이트를 빠뜨리기 쉽다. 특히 문제의 '모두'에 유의하여 세 전극이 빠짐없이 포함되었는지 확인해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

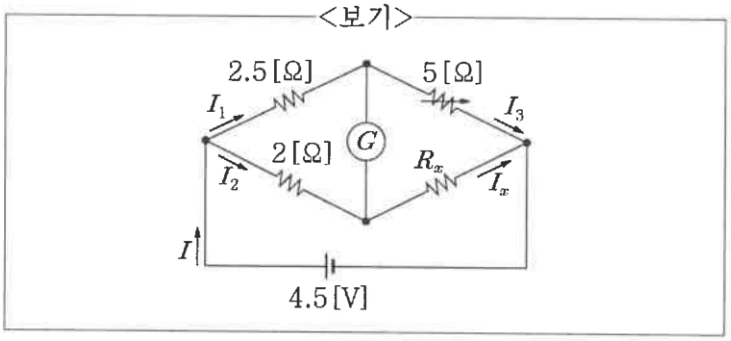
FET가 나오면 G-D-S, BJT가 나오면 B-C-E로 전극 이름을 먼저 구분한다. 보기에서 게이트·드레인·소스만 남기고 베이스·컬렉터·이미터를 제외하면 된다.

암기 포인트

FET는 G-D-S, BJT는 B-C-E이다.

4. <보기>의 휘트스톤 브리지 회로에서 저항 R_x[Ω]는? (단, 검류계(G)에 흐르는 전류는 0[A]이다.)

<보기>



① 2 ② 2.5
③ 4 ④ 5

정답 3번

출제 포인트

검류계에 흐르는 전류가 0A일 때 휘트스톤 브리지가 평형을 이룬다는 점을 이용해 미지 저항 R_X를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 저항은 위쪽 왼팔 2.5Ω, 위쪽 오른팔 5Ω, 아래쪽 왼팔 2Ω, 아래쪽 오른팔 R_X이다.
검류계 전류가 0A이므로 위·아래 중간 접점의 전위가 같고 브리지는 평형 상태이다.
구해야 할 값은 R_X이다.

사용할 공식

평형 휘트스톤 브리지에서는 대응하는 두 팔의 저항비가 같다.

$$\frac{2.5\Omega}{5\Omega} = \frac{2\Omega}{R_x}$$

검류계 전류가 0이면 두 중간 접점 사이에 전위차가 없으므로 이 평형식을 사용할 수 있다. 전원 전압 4.5V는 평형비로 약분되므로 R_X 계산에 직접 사용하지 않는다.

계산 과정

평형식에 주어진 저항을 대입한다.

$$\frac{2.5}{5} = \frac{2}{R_x}$$

교차 곱하면 다음과 같다.

$$2.5R_X = 5 \times 2$$

따라서

$$R_X = \frac{10}{2.5} = 4\Omega$$

NoteBase

선지 판단

① X — R_x = 2Ω이면 아래쪽 저항비는 2/2 = 1로, 위쪽 저항비 2.5/5 = 0.5와 같지 않다. '2Ω'는 틀린 값이며 올바르게는 4Ω이다.
② X — R_x = 2.5Ω이면 아래쪽 저항비는 2/2.5 = 0.8이므로 평형비 0.5를 만족하지 않는다. '2.5Ω'는 틀린 값이며 올바르게는 4Ω이다.
③ O — R_x = 4Ω이면 2/4 = 0.5가 되어 2.5/5 = 0.5와 같으므로 검류계 전류가 0인 평형 조건을 만족한다.
④ X — R_x = 5Ω이면 아래쪽 저항비는 2/5 = 0.4로 위쪽 저항비 0.5와 다르다. '5Ω'는 틀린 값이며 올바르게는 4Ω이다.

오답 포인트

검류계 전류가 0이라는 조건을 회로 전체 전류가 0이라는 뜻으로 오해하면 안 된다. 이는 검류계가 연결된 가운데 가지에만 전류가 흐르지 않아 브리지가 평형이라는 뜻이다. 또한 저항의 위치를 바꾸어 2.5/2 = R_x/5처럼 대응하지 않는 비를 세우는 것이 실제 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

검류계 전류가 0인 브리지에서는 먼저 네 저항의 위치를 확인하고, 같은 쪽의 위·아래 저항비 또는 위쪽·아래쪽 가지의 좌우 저항비를 일관되게 맞춘 뒤 교차 곱한다. 마지막에는 구한 값을 원래 비례식에 다시 넣어 양쪽 비가 같은지 검산한다.

암기 포인트

검류계 전류 0은 브리지 평형을 뜻하며, 평형 조건은 '왼팔과 오른팔의 대응 저항비가 같다'이다.

NoteBase

5. 그레이 코드 1001을 2진수와 10진수로 변환한 값을 옳게 짝지은 것은?

	2진수	10진수		2진수	10진수
①	$0110_{(2)}$	$6_{(10)}$	②	$1000_{(2)}$	$8_{(10)}$
③	$1101_{(2)}$	$13_{(10)}$	④	$1110_{(2)}$	$14_{(10)}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 그레이 코드의 최상위 비트를 그대로 두고, 앞에서 구한 이진수 비트와 다음 그레이 코드 비트를 배타적 논리합(XOR)하여 이진수와 십진수 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 그레이 코드 1001
구해야 할 값: 대응하는 이진수와 십진수
주의할 조건: 그레이 코드를 일반 이진수처럼 바로 읽지 않고 왼쪽 비트부터 차례로 변환한다.

사용할 공식

그레이 코드 비트를 $g_3g_2g_1g_0$, 변환된 이진수 비트를 $b_3b_2b_1b_0$라 하면

$b_3 = g_3, \qquad b_i = b_{i+1} \oplus g_i$

이다. 여기서 $\oplus$는 두 비트가 다르면 1, 같으면 0이 되는 XOR이다. 그레이 코드의 각 비트는 인접한 이진수 비트 사이의 변화 여부를 나타내므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 최상위 비트는 그대로이므로 $b_3 = g_3 = 1$이다.
2. 다음 비트는 $b_2 = b_3 \oplus g_2 = 1 \oplus 0 = 1$이다.
3. 그다음 비트는 $b_1 = b_2 \oplus g_1 = 1 \oplus 0 = 1$이다.
4. 마지막 비트는 $b_0 = b_1 \oplus g_0 = 1 \oplus 1 = 0$이다.
5. 따라서 이진수는 $1110_{(2)}$이고, 십진수는 $1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 14$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $0110_{(2)} = 6_{(10)}$이라는 진법 변환 자체는 맞지만, 그레이 코드 1001의 최상위 비트 1은 이진수에서도 1이어야 하므로 변환 결과가 아니다. 틀린 짝 $0110_{(2)}$, $6_{(10)}$은 올바르게는 $1110_{(2)}$, $14_{(10)}$이다.
② X — $1000_{(2)} = 8_{(10)}$이지만, 두 번째와 세 번째 이진수 비트는 각각 앞 비트와 그레이 코드의 0을 XOR하여 1이 되어야 한다. 틀린 짝 $1000_{(2)}$, $8_{(10)}$은 올바르게는 $1110_{(2)}$, $14_{(10)}$이다.
③ X — $1101_{(2)} = 13_{(10)}$이지만, 세 번째 이진수 비트는 $1 \oplus 0 = 1$, 마지막 비트는 $1 \oplus 1 = 0$이므로 끝 두 비트가 01이 아니라 10이다. 틀린 짝 $1101_{(2)}$, $13_{(10)}$은 올바르게는 $1110_{(2)}$, $14_{(10)}$이다.
④ O — 그레이 코드 1001을 왼쪽부터 누적 XOR하면 $1110_{(2)}$이고, 이를 십진수로 바꾸면 $14_{(10)}$이므로 두 값이 모두 옳다.

오답 포인트

그레이 코드 1001을 일반 이진수처럼 한 번에 읽거나 각 자리만 독립적으로 처리하면 오답이 된다. 특히 첫 비트 이후에는 그레이 코드의 바로 앞 비트가 아니라, 앞 단계에서 이미 구한 이진수 비트와 현재 그레이 코드 비트를 XOR해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

그레이 코드를 이진수로 바꿀 때는 최상위 비트를 그대로 적고, 왼쪽에서 오른쪽으로 '앞에서 구한 이진수 비트 XOR 현재 그레이 코드 비트'를 반복한 뒤 자릿값을 합하여 십진수로 변환한다.

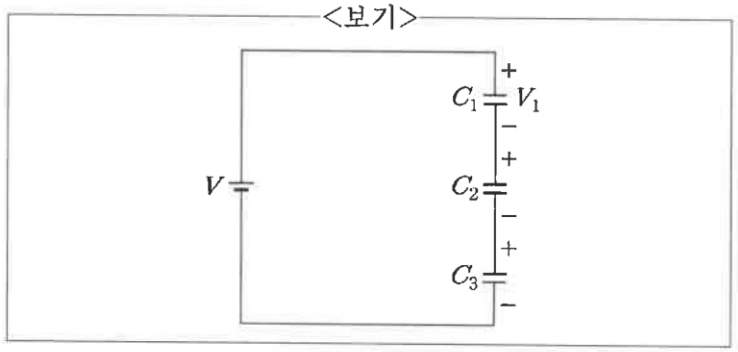
암기 포인트

그레이→이진수 변환은 첫 비트는 그대로, 이후 비트는 누적 XOR이다.

NoteBase

6. <보기>의 회로에서 $C_1=8[\mathrm{F}]$, $C_2=8[\mathrm{F}]$, $C_3=4[\mathrm{F}]$, $V=100[\mathrm{V}]$일 때, C_1양단에 걸리는 전압 $V_1[\mathrm{V}]$과 C_3에 축적되는 전하량 $Q_3[\mathrm{C}]$의 값을 옳게 짝지은 것은?

<보기>



	$V_1[\mathrm{V}]$	$Q_3[\mathrm{C}]$		$V_1[\mathrm{V}]$	$Q_3[\mathrm{C}]$
①	25	200	②	25	2,000
③	50	200	④	50	2,000

정답 1번

출제 포인트

직렬 연결된 커패시터의 등가 정전용량과 공통 전하량을 구한 뒤, 각 커패시터의 전압을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $C_1 = 8F$, $C_2 = 8F$, $C_3 = 4F$, $V = 100V$이다.
구해야 할 값: C_1 양단 전압 V_1과 C_3에 축적되는 전하량 Q_3이다.
주의할 조건: 직렬 연결에서는 모든 커패시터에 축적되는 전하량의 크기가 같다.

사용할 공식

직렬 연결의 등가 정전용량은
$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$
이고, 전하량과 전압의 관계는 $Q = C_{eq}V$, $V_1 = Q/C_1$이다. 세 커패시터가 직렬로 연결되어 있으므로 등가 정전용량으로 회로의 공통 전하량을 먼저 구할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 등가 정전용량을 계산하면
$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$
이므로 $C_{eq} = 2F$이다.
2. 직렬 회로의 공통 전하량은
$Q = C_{eq}V = 2F \times 100V = 200C$
이므로 $Q_3 = 200C$이다.
3. C_1 양단 전압은
$V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{200C}{8F} = 25V$
이다.

선지 판단

① O — $V_1 = 25V$, $Q_3 = 200C$로 계산 결과와 모두 일치한다.
② X — $V_1 = 25V$는 맞지만 $Q_3 = 2{,}000C$가 틀렸다. 올바르게는 $Q_3 = 200C$이다.
③ X — $Q_3 = 200C$는 맞지만 $V_1 = 50V$가 틀렸다. 올바르게는 $V_1 = 25V$이다.
④ X — $V_1 = 50V$와 $Q_3 = 2{,}000C$가 모두 틀렸다. 올바르게는 각각 $V_1 = 25V$, $Q_3 = 200C$이다.

오답 포인트

각 커패시터에 전체 전압 $100V$이 동일하게 걸린다고 보거나, 직렬 회로에서 전하량이 커패시턴스에 따라 달라진다고 생각하기 쉽다. 직렬 연결에서는 전하량이 같고 전압이 각 커패시턴스에 반비례하여 나뉜다. 또한 $C_1 = C_2 = 8F$이므로 두 커패시터의 전압은 같지만, $C_3 = 4F$의 전압은 그 두 배이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 커패시터 문제는 먼저 C_{eq}를 구하고, $Q = C_{eq}V$로 공통 전하량을 계산한 뒤, $V_i = Q/C_i$로 각 전압을 구한다. 마지막에는 각 전압의 합이 전원 전압과 같은지 검산한다. 이 문제에서는 $25 + 25 + 50 = 100V$이다.

암기 포인트

커패시터 직렬 연결에서는 전하량은 같고, 전압은 커패시턴스에 반비례한다.

NoteBase

7. <보기>는 1비트를 비교하는 반비교기의 진리표이다. (가), (나), (다)에 들어갈 값을 옳게 짝지은 것은?

<보기>

입력		출력		
A	B	A=B	A>B	A<B
0	0	1	0	0
0	1	(가)	0	1
1	0	0	(나)	0
1	1	1	0	(다)

	(가)	(나)	(다)		(가)	(나)	(다)
①	0	0	1	②	0	1	0
③	1	0	0	④	1	1	0

정답 2번

출제 포인트

반비교기는 두 입력의 대소 관계를 비교하여 $A = B$, $A > B$, $A < B$ 중 성립하는 조건의 출력만 1로 만드는 회로이다.

자료 읽는 순서

1. 각 행의 입력 A, B를 비교한다.
2. 세 조건 $A = B$, $A > B$, $A < B$ 가운데 참인 조건의 출력에 1을 넣고 나머지에는 0을 넣는다.
3. 빈칸 순서인 (가), (나), (다)를 선지와 대조한다.

핵심 근거

입력이 $A = 0, B = 1$인 행에서는 두 값이 같지 않으므로 (가), 즉 $A = B$의 출력은 0이다. 입력이 $A = 1, B = 0$인 행에서는 $A > B$가 참이므로 (나)는 1이다. 입력이 $A = 1, B = 1$인 행에서는 $A < B$가 거짓이므로 (다)는 0이다. 따라서 (가, 나, 다)는 (0, 1, 0)이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- (가, 나, 다)를 (0, 0, 1)로 제시한다. 그러나 $A = 1, B = 0$인 셋째 행에서는 $A > B$가 참이므로 (나)는 1이고, $A = 1, B = 1$인 넷째 행에서는 $A < B$가 거짓이므로 (다)는 0이다.
- 틀린 표현을 고치면 (0, 1, 0)이다.

② O
- (가)는 $A = 0, B = 1$인 둘째 행의 $A = B$ 출력이므로 0, (나)는 $A = 1, B = 0$인 셋째 행의 $A > B$ 출력이므로 1, (다)는 $A = 1, B = 1$인 넷째 행의 $A < B$ 출력이므로 0이다.

③ X
- (가, 나, 다)를 (1, 0, 0)으로 제시한다. 그러나 둘째 행에서는 0과 1이 같지 않아 (가)는 0이고, 셋째 행에서는 $1 > 0$이므로 (나)는 1이다.
- 틀린 표현을 고치면 (0, 1, 0)이다.

④ X
- (가, 나, 다)를 (1, 1, 0)으로 제시한다. (나)와 (다)는 맞지만, 둘째 행의 입력은 $A = 0, B = 1$로 서로 같지 않으므로 (가)는 1이 아니라 0이다.
- 틀린 표현을 고치면 (0, 1, 0)이다.

오답 포인트

각 출력 열을 독립적으로 읽지 않고 입력에 1이 포함되었다는 이유만으로 출력도 1이라고 판단하기 쉽다. 출력 1은 입력값 자체가 아니라 해당 비교 조건이 참임을 뜻한다. 특히 넷째 행의 $A = B = 1$에서는 등호 조건만 참이므로 $A < B$의 (다)는 0이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 행에서 두 입력을 먼저 비교한 뒤, 참인 관계의 출력만 1로 표시한다. 두 입력 사이에는 같음, 큼, 작음 중 하나의 관계만 성립하므로 정상적인 반비교기에서는 한 행의 세 출력 중 하나만 1이 된다.

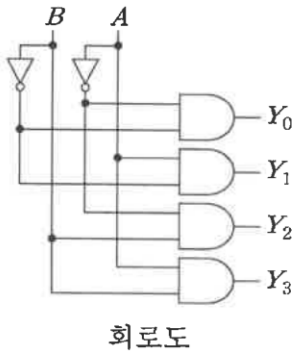
암기 포인트

반비교기는 참인 비교 결과 하나만 1이다: $A = B$, $A > B$, $A < B$ 중 하나만 선택된다.

NoteBase

8. <보기>는 디코더의 회로도 및 진리표이다. (가)~(라)에 들어갈 값을 옳게 짝지은 것은?

<보기>



회로도

입력		출력			
B	A	Y_3	Y_2	Y_1	Y_0
0	0	0	0	0	1
0	1	0	(가)	(나)	0
1	0	0	(다)	(라)	0
1	1	1	0	0	0

진리표

	(가)	(나)	(다)	(라)
①	0	0	1	0
②	0	1	1	0
③	0	1	1	1
④	1	1	1	0

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 2-to-4 디코더 회로에서 각 AND 게이트가 입력 B, A의 최소항 하나를 검출한다는 점을 이용하여 진리표의 빈칸을 완성하는 문제이다. 회로에서 $Y_0 = \overline{B}\overline{A}$, $Y_1 = \overline{B}A$, $Y_2 = B\overline{A}$, $Y_3 = BA$이다.

선지별 해설

① X — 제시한 값은 (가, 나, 다, 라)=(0, 0, 1, 0)이다. 입력 $B, A = 0, 1$일 때 $Y_1 = \overline{B}A = 1$이므로 (나)를 0으로 둔 부분이 틀렸다. 올바르게는 (0, 1, 1, 0)이다.

② O — 입력 $B, A = 0, 1$에서는 Y_1만 1이므로 (가)=0, (나)=1이다. 입력 $B, A = 1, 0$에서는 Y_2만 1이므로 (다)=1, (라)=0이다. 따라서 (0, 1, 1, 0)이 맞다.

③ X — 제시한 값은 (0, 1, 1, 1)이다. 입력 $B, A = 1, 0$일 때 $Y_1 = \overline{B}A = 0$이므로 (라)를 1로 둔 부분이 틀렸다. 올바르게는 (0, 1, 1, 0)이다.

④ X — 제시한 값은 (1, 1, 1, 0)이다. 입력 $B, A = 0, 1$일 때 $Y_2 = B\overline{A} = 0$이므로 (가)를 1로 둔 부분이 틀렸다. 올바르게는 (0, 1, 1, 0)이다.

오답 포인트

입력 열의 순서가 B, A라는 점과 출력 번호를 혼동하기 쉽다. 이 회로는 한 입력 조합에서 대응하는 출력 하나만 1이 되는 디코더이므로, 01은 Y_1, 10은 Y_2가 선택된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

각 AND 게이트에 연결된 입력의 원신호와 반전신호를 먼저 확인하여 최소항을 쓴다. 그다음 주어진 입력을 대입하면 1이 되는 최소항의 출력만 1로 판단한다.

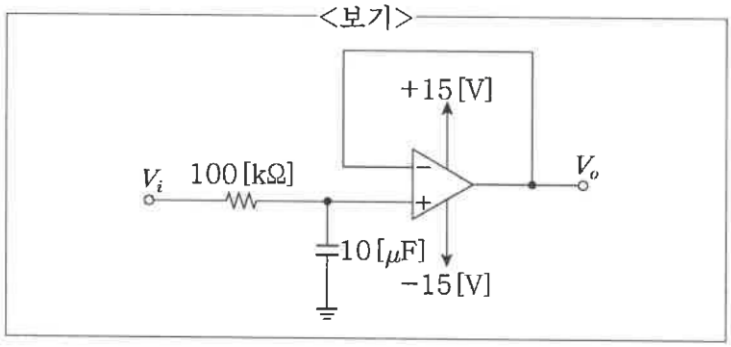
암기 포인트

2-to-4 디코더는 입력 $BA = 00, 01, 10, 11$에 따라 각각 Y_0, Y_1, Y_2, Y_3 중 하나만 1이 된다.

NoteBase

9. <보기>는 이상적인 연산 증폭기를 이용한 저역 통과 필터 회로이다. 고역 차단 주파수[Hz]는?

<보기>



① $\frac{1}{2\pi}$ ② $\frac{1}{\pi}$

③ $\frac{5}{2\pi}$ ④ $\frac{5}{\pi}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 연산 증폭기의 전압 팔로어가 뒤따르는 1차 RC 저역 통과 필터에서 고역 차단 주파수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R = 100k\Omega = 100{,}000\Omega$, $C = 10\mu F = 10 \times 10^{-6}F$이다.
구해야 할 값: 고역 차단 주파수 f_c이다.
주의할 조건: 연산 증폭기는 출력이 반전 입력으로 되먹임되는 전압 팔로어이다. 이상적 연산 증폭기의 입력 임피던스는 무한대이므로 앞단 RC 회로를 부하로 작용하지 않으며 차단 주파수를 바꾸지 않는다.

사용할 공식

1차 RC 저역 통과 필터의 차단 주파수는
$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$
이다. 저항 뒤의 커패시터가 접지에 연결되고 출력이 그 접점의 전압을 추종하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

단위를 기본 단위로 바꾸면 $R = 100{,}000\Omega$, $C = 10 \times 10^{-6} F$이다.
따라서 시정수는
$RC = (100{,}000)(10 \times 10^{-6}) = 1s$
이다. 이를 차단 주파수 공식에 대입하면
$f_c = \frac{1}{2\pi \times 1} = \frac{1}{2\pi} Hz$
가 된다.

선지 판단

① O — $\frac{1}{2\pi} Hz$는 계산 결과와 정확히 일치한다.
② X — $\frac{1}{\pi} Hz$는 계산값의 2배이다. 분모의 2를 빠뜨린 값이며, 올바르게는 $\frac{1}{2\pi} Hz$이다.
③ X — $\frac{5}{2\pi} Hz$는 계산값의 5배이다. 실제 시정수는 $RC = 1s$이므로, 올바르게는 $\frac{1}{2\pi} Hz$이다.
④ X — $\frac{5}{\pi} Hz$는 계산값의 10배이다. 2π를 포함한 차단 주파수 공식을 적용하면 올바르게는 $\frac{1}{2\pi} Hz$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 $k\Omega$와 μF의 단위 변환, 그리고 각주파수 $\omega_c = 1/(RC)$와 주파수 $f_c = 1/(2\pi RC)$의 혼동이다. 또한 연산 증폭기 부분은 비반전 증폭기가 아니라 이득 1의 전압 팔로어이므로 RC 차단 주파수 계산에 별도의 전압 이득을 곱하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 회로가 저역 통과형인지 확인하고, R과 C를 기본 단위로 환산해 RC를 구한 뒤 $f_c = 1/(2\pi RC)$에 대입한다. 마지막으로 묻는 값이 각주파수 rad/s인지 주파수 Hz인지 구분한다.

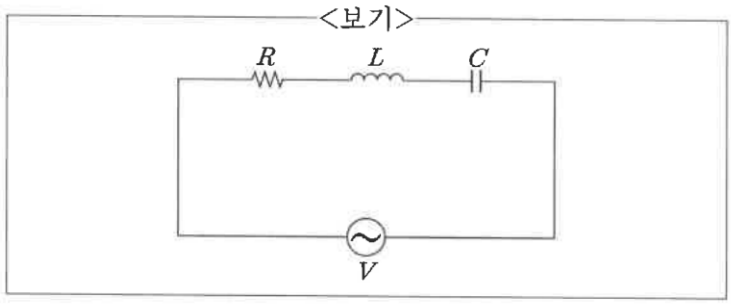
암기 포인트

RC 저역 통과 필터는 $\omega_c = 1/(RC)$, $f_c = 1/(2\pi RC)$이다. 전압 팔로어는 앞단을 버퍼링하며 이상적인 경우 차단 주파수를 바꾸지 않는다.

NoteBase

10. <보기>의 회로에서 R=10[kΩ], L=400[H], C=900[μF] 일 때, 공진 주파수[Hz]는?

<보기>



① $\frac{\pi}{6}$ ② $\frac{5}{12\pi}$

③ $\frac{5}{6\pi}$ ④ 30π

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직렬 RLC 회로의 공진 주파수 공식을 이용해 주어진 인덕턴스와 커패시턴스로부터 공진 주파수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R = 10\text{k}\Omega$, $L = 400\text{H}$, $C = 900\mu\text{F}$이다.
구해야 할 값: 공진 주파수 f_0이다.
단위 변환: $900\mu\text{F} = 900 \times 10^{-6}\text{F} = 9 \times 10^{-4}\text{F}$이다.
직렬 RLC 회로의 공진 주파수는 이상적인 소자에서 R과 무관하고 L, C로 결정된다.

사용할 공식

공진 조건은 유도 리액턴스와 용량 리액턴스가 같아지는 $X_L = X_C$이다.
$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$
따라서 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$이고, $\omega_0 = 2\pi f_0$이므로 다음 공식을 사용한다.
$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

NoteBase

계산 과정

1. 커패시턴스를 패럿으로 바꾸어 곱한다.

$LC = 400 \times 9 \times 10^{-4} = 0.36$

2. 제곱근을 구한다.

$\sqrt{LC} = \sqrt{0.36} = 0.6$

3. 공진 주파수 공식에 대입한다.

$f_0 = \frac{1}{2\pi \times 0.6} = \frac{1}{1.2\pi} = \frac{5}{6\pi}$Hz

선지 판단

① X — π/6Hz는 공진 주파수 공식에 주어진 L과 C를 대입한 값이 아니다. 올바른 값은 5/(6π)Hz이다.

② X — 5/(12π)Hz는 정확한 계산값의 절반으로, 분모를 실제보다 2배 크게 계산한 값이다. 올바른 분모는 6π이므로 5/(6π)Hz이다.

③ O — $LC = 0.36$이고 $\sqrt{LC} = 0.6$이므로 $f_0 = 1/(2\pi \times 0.6) = 5/(6\pi)$Hz이다.

④ X — 30πHz는 $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$의 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 5/(6π)Hz이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 900μF를 900F로 그대로 대입하거나, 각주파수 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$와 주파수 $f_0 = \omega_0/(2\pi)$를 혼동하는 것이다. 또한 저항값 R은 이 이상적인 직렬 RLC 회로의 공진 주파수 계산에 사용하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RLC 공진 주파수 문제는 커패시턴스를 패럿으로 변환한 뒤 LC와 $\sqrt{LC}$를 차례로 구하고, $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$에 대입한다. 마지막에는 2π가 포함되었는지 확인하여 각주파수와 주파수를 구분한다.

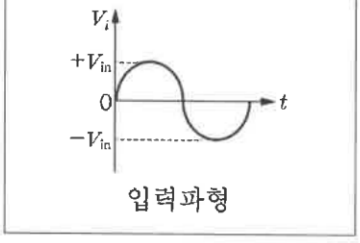
암기 포인트

직렬 RLC 공진은 $X_L = X_C$, $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$, $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$이다.

NoteBase

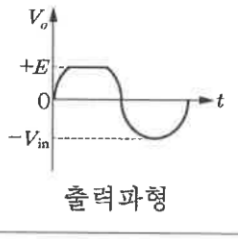
11. <보기 1>의 파형이 입력되었을 때, <보기 2>의 파형을 출력하는 파형 정형 회로는? (단, 다이오드는 이상적이다.)

<보기 1>

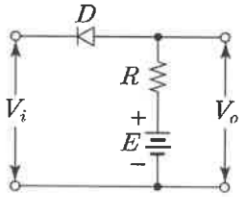


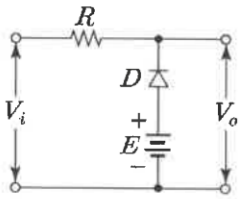
입력파형

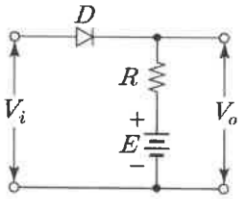
<보기 2>

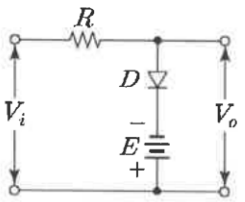


출력파형

① 

② 

③ 

④ 

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 바이어스 다이오드 제한 회로에서 다이오드의 방향과 기준 전압 E를 보고 출력의 상한과 하한을 판별하는 문제이다. <보기 2>는 입력이 E보다 클 때만 출력을 E로 제한하고, 그 이하에서는 입력을 그대로 통과시키므로 $V_o = \min(V_i, E)$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 출력 측은 저항을 통해 $+E$에 연결되어 있다. $V_i < E$이면 다이오드가 순방향 도통하여 $V_o = V_i$가 되고, $V_i > E$이면 다이오드가 차단되어 $V_o = E$가 된다. 따라서 양의 부분만 $+E$에서 잘리고 음의 부분은 입력을 따라가므로 <보기 2>와 일치한다.

② X — 이 병렬 회로의 다이오드는 출력이 E보다 낮아지려 할 때 도통하므로 $V_o = \max(V_i, E)$가 된다. 즉 $+E$를 하한으로 제한하는 회로이다. 틀린 동작 $\max(V_i, E)$ → 원하는 동작은 $\min(V_i, E)$이다.

③ X — ①과 다이오드 방향이 반대이다. $V_i > E$일 때 도통하여 입력을 통과시키고, $V_i < E$일 때 차단되어 출력이 $+E$가 되므로 $V_o = \max(V_i, E)$이다. 틀린 동작 $\max(V_i, E)$ → 원하는 동작은 $\min(V_i, E)$이다.

④ X — 전원의 양극이 접지되어 다이오드 쪽 기준 전압은 $-E$이고, 출력이 $-E$보다 높아지려 할 때 다이오드가 도통한다. 따라서 $V_o = \min(V_i, -E)$가 되어 $-E$를 상한으로 제한한다. 틀린 기준 전압 $-E$ → 원하는 상한 기준 전압은 $+E$이다.

오답 포인트

파형의 평평한 부분이 $+E$에 있다는 사실만 보고 전원이 $+E$인 회로를 모두 고르면 안 된다. ①은 $+E$보다 큰 입력을 자르는 상한 제한 회로이지만, ②와 ③은 $+E$보다 작은 입력을 올려 버리는 하한 제한 회로이다. 다이오드가 도통하는 입력 구간을 먼저 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

평평해진 전압이 상한인지 하한인지 먼저 확인한다. 그다음 각 입력 구간에서 다이오드를 도통 또는 차단으로 놓고 출력 전압을 구한다. 출력이 $V_o = \min(V_i, E)$이면 $+E$ 상한 클리퍼이고, $V_o = \max(V_i, E)$이면 $+E$ 하한 클리퍼이다.

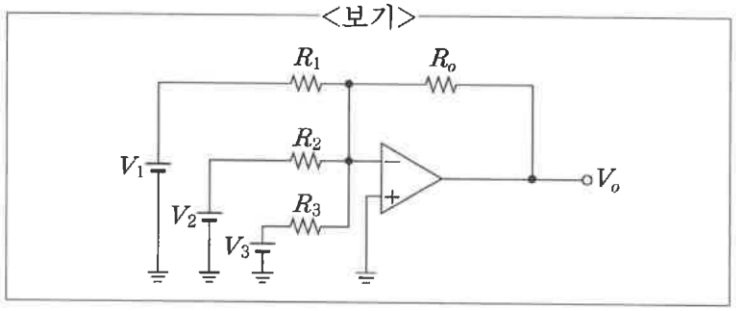
암기 포인트

$\min(V_i, E)$는 위를 $+E$에서 자르고, $\max(V_i, E)$는 아래를 $+E$에서 자른다.

NoteBase

12. <보기>의 이상적인 연산 증폭기를 이용한 회로에서 출력 전압 V_o[V]는? (단, $V_1=3$[V], $V_2=4$[V], $V_3=9$[V], $R_1=100[\Omega]$, $R_2=200[\Omega]$, $R_3=300[\Omega]$, $R_o=100[\Omega]$ 이다.)

<보기>



① −12 ② −10
③ −8 ④ 10

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 반전 가산 증폭기에서 각 입력 전압이 만드는 전류를 합하여 출력 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $V_1 = 3V$, $V_2 = 4V$, $V_3 = 9V$, $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 200\Omega$, $R_3 = 300\Omega$, $R_o = 100\Omega$이다.
구해야 할 값: 출력 전압 V_o이다.
주의할 조건: 이상적인 연산 증폭기이고 비반전 입력이 접지되어 있으므로 반전 입력의 합산점은 가상접지 상태인 $0V$이다.

사용할 공식

반전 가산 증폭기의 출력은
$V_o = -R_o\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}\right)$
이다. 각 입력 저항을 통해 합산점으로 흐르는 전류가 더해져 피드백 저항 R_o로 흐르고, 반전 입력 구조이므로 출력에 음의 부호가 붙는다.

계산 과정

1. 각 입력 전류를 합하면 $\frac{3V}{100\Omega} + \frac{4V}{200\Omega} + \frac{9V}{300\Omega} = 0.03A + 0.02A + 0.03A = 0.08A$이다.
2. 이 합에 피드백 저항을 곱하면 $100\Omega \times 0.08A = 8V$이다.
3. 반전 가산 증폭기이므로 $V_o = -8V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $-12V$는 계산 결과 $-8V$와 다르다. 올바른 출력 전압은 $-8V$이다.
② X — $-10V$는 입력 전류의 합으로 얻는 출력 크기 $8V$와 다르다. 올바른 출력 전압은 $-8V$이다.
③ O — 공식에 모든 입력을 대입하면 $V_o = -8V$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $10V$는 크기도 다르고 반전 회로의 음의 부호도 반영하지 않은 값이다. 올바른 출력 전압은 $-8V$이다.

오답 포인트

세 입력 전압을 단순히 더하거나 저항값의 차이를 무시하면 오답이 된다. 각 입력을 해당 입력 저항으로 나눈 전류를 먼저 합해야 하며, 마지막에 반전 가산 증폭기의 음의 부호를 반드시 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

비반전 입력이 접지된 가산 회로에서는 합산점을 가상접지로 두고, 각 V_i/R_i를 더한 뒤 피드백 저항을 곱하고 음의 부호를 붙여 판단한다.

암기 포인트

반전 가산 증폭기는 '입력 전류의 합 × 피드백 저항 × 음의 부호'로 기억한다.

NoteBase

13. 이상적인 연산 증폭기의 특성으로 가장 옳지 않은 것은?
① 전압 이득이 무한대(∞)이다.
② 개방 상태에서 입력 임피던스가 무한대(∞)이다.
③ 대역폭이 무한대(∞)이다.
④ 출력 임피던스가 무한대(∞)이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 연산증폭기의 전압 이득, 입력 임피던스, 대역폭, 출력 임피던스 특성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

이상적인 연산증폭기는 입력 신호를 이상적으로 증폭한다고 가정한 모형이다. 개방 루프 전압 이득은 ∞, 입력 임피던스는 ∞, 대역폭은 ∞, 출력 임피던스는 0이다. 입력에서는 전류를 끌어가지 않고, 출력에서는 부하에 관계없이 이상적인 전압원처럼 동작하는 것이 핵심이다.

선지별 해설

① O — 이상적인 연산증폭기의 개방 루프 전압 이득은 ∞로 가정하므로 옳다.
② O — 입력 임피던스가 ∞이면 입력 단자로 전류가 흐르지 않으므로 옳다.
③ O — 모든 주파수 성분을 동일하게 증폭할 수 있도록 대역폭을 ∞로 가정하므로 옳다.
④ X — 틀린 표현은 '출력 임피던스가 무한대'이다. 이상적인 연산증폭기는 부하에 전압을 손실 없이 전달하는 이상적인 전압원처럼 동작하므로, 올바르게는 '출력 임피던스가 0이다'라고 해야 한다.

오답 포인트

입력 임피던스와 출력 임피던스를 모두 크게 생각하기 쉽다. 그러나 입력은 회로에 영향을 주지 않도록 ∞, 출력은 부하의 영향을 받지 않도록 0이어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상적 연산증폭기에서는 입력 전류가 0이 되도록 입력 임피던스를 ∞로 보고, 출력 전압 강하가 0이 되도록 출력 임피던스를 0으로 본다. 전압 이득과 대역폭은 모두 ∞로 판단한다.

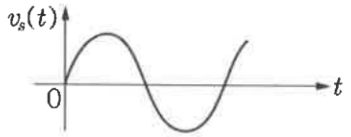
암기 포인트

이상적 연산증폭기는 이득·입력 임피던스·대역폭은 ∞, 출력 임피던스는 0이다.

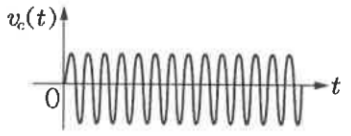
NoteBase

14. <보기>의 변조 방식과 변조도를 옳게 짝지은 것은? (단, 신호파의 진폭(V_s)=30[V], 반송파의 진폭(V_c)=50[V]이다.)

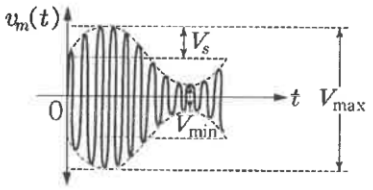
<보기>



신호파$(v_s(t))= V_s \sin 2\pi f_s t$



반송파$(v_c(t))= V_c \sin 2\pi f_c t$



피변조파$(v_m(t))=(V_c + V_s \sin 2\pi f_s t)\cdot \sin 2\pi f_c t$

	변조 방식	변조도
①	진폭 변조(AM)	0.4
②	진폭 변조(AM)	0.6
③	주파수 변조(FM)	0.4
④	주파수 변조(FM)	0.6

정답 2번

출제 포인트

피변조파의 식에서 변조 방식을 판별하고, 진폭 변조의 변조도 $m = V_s/V_c$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 신호파 진폭은 $V_s = 30V$, 반송파 진폭은 $V_c = 50V$이다.

구해야 할 값: 변조 방식과 변조도이다.

주의할 조건: 신호파가 반송파의 진폭을 변화시키는지, 주파수를 변화시키는지를 구분한다.

NoteBase

사용할 공식

진폭 변조파는 $v_m(t) = (V_c + V_s \sin 2\pi f_s t)\sin 2\pi f_c t$이고, 변조도는 $m = V_s/V_c$이다.
주어진 식에서는 신호파 항이 반송파 진폭에 더해져 포락선을 바꾸므로 진폭 변조(AM)에 해당한다.

계산 과정

1. 피변조파의 반송파 진폭이 $V_c + V_s \sin 2\pi f_s t$처럼 시간에 따라 변하므로 변조 방식은 진폭 변조(AM)이다.
2. 변조도 공식에 값을 대입하면 $m = \frac{V_s}{V_c} = \frac{30}{50} = 0.6$이다.
3. 따라서 변조 방식과 변조도가 모두 맞는 선지는 ②이다.

선지 판단

① X — 진폭 변조(AM)라는 판단은 맞지만 변조도 0.4가 틀렸다. 올바르게는 진폭 변조(AM), 변조도 0.6이다.
② O — 피변조파는 진폭 변조(AM)이고, $m = 30/50 = 0.6$이므로 옳다.
③ X — 변조도 0.4도 틀리고 주파수 변조(FM)라는 판단도 틀렸다. 올바르게는 진폭 변조(AM), 변조도 0.6이다.
④ X — 변조도 0.6은 맞지만 주파수 변조(FM)라는 판단이 틀렸다. 올바르게는 진폭 변조(AM), 변조도 0.6이다.

오답 포인트

변조도를 V_c/V_s처럼 거꾸로 계산하거나, 반송파의 고주파 진동을 보고 FM으로 오인하기 쉽다. 이 문항에서는 반송파의 주파수가 아니라 포락선의 진폭이 신호파에 따라 변한다.

다시 나오면 이렇게 판단

피변조파에서 반송파 진폭을 곱하는 항이 신호에 따라 변하면 AM으로 판단하고, 변조도는 신호파 진폭을 반송파 진폭으로 나눈 $m = V_s/V_c$로 계산한다.

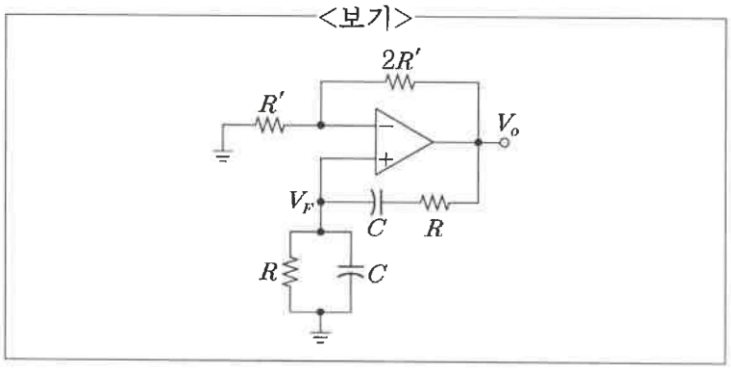
암기 포인트

AM은 포락선이 변하고, 변조도는 $m = V_s/V_c$이다.

NoteBase

15. <보기>의 이상적인 연산 증폭기를 이용한 빈 브리지(wein bridge) 발진 회로의 발진 주파수[Hz]로 가장 옳은 것은?

<보기>



① $\frac{1}{2\pi\sqrt{RC}}$ ② $\frac{\sqrt{RC}}{2\pi}$

③ $\frac{2\pi}{\sqrt{RC}}$ ④ $\frac{1}{2\pi RC}$

정답 4번

출제 포인트

빈 브리지 발진기에서 RC 정귀환망의 위상차가 0이 되는 조건을 이용해 발진 주파수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 직렬 RC 회로와 병렬 RC 회로에 각각 같은 R, C가 사용된다.

구해야 할 값: 발진 주파수 f_0이다.

주의할 조건: R'과 $2R'$은 연산증폭기의 이득을 정하고, 발진 주파수는 정귀환망의 R, C가 정한다.

사용할 공식

빈 브리지 RC 정귀환망의 전달률은

$\beta(s) = \frac{sRC}{(sRC)^2 + 3sRC + 1}$

이다. $s = j\omega$를 대입했을 때 위상차가 0이 되려면 실수부 조건에서

$1 - (\omega RC)^2 = 0$

이어야 한다. 따라서 $\omega_0 = \frac{1}{RC}$이고, $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$를 사용한다. 이 공식은 발진 시 정귀환 신호가 출력과 같은 위상이 되어야 하기 때문에 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 위상 조건 $1-(\omega RC)^2=0$에서 $\omega_0 RC=1$을 얻는다.
2. 따라서 각주파수는 $\omega_0=\frac{1}{RC}$이다.
3. 각주파수를 주파수로 바꾸면

$f_0=\frac{\omega_0}{2\pi}=\frac{1}{2\pi RC}$

이며 단위는 Hz이다. 이때 정귀환망의 전달률은 $\frac{1}{3}$이고, 비반전 증폭기의 이득은 $1+\frac{2R'}{R'}=3$이므로 발진 진폭 조건도 충족한다.

선지 판단

① X — $\frac{1}{2\pi\sqrt{RC}}$는 RC에 불필요하게 제곱근을 취한 식이다. 올바르게는 $\frac{1}{2\pi RC}$이다.
② X — $\frac{\sqrt{RC}}{2\pi}$는 RC가 분자에 있고 제곱근까지 취해져 위상 조건에서 나온 식과 다르다. 올바르게는 $\frac{1}{2\pi RC}$이다.
③ X — $\frac{2\pi}{\sqrt{RC}}$는 2π의 위치와 RC의 지수가 모두 잘못되었다. 올바르게는 $\frac{1}{2\pi RC}$이다.
④ O — 위상 조건으로 얻은 $\omega_0=\frac{1}{RC}$를 $f_0=\frac{\omega_0}{2\pi}$에 대입하면 $\frac{1}{2\pi RC}$가 된다.

오답 포인트

각주파수 ω_0와 주파수 f_0를 혼동하거나, RC를 $\sqrt{RC}$로 바꾸는 것이 함정이다. 이 회로에서는 먼저 $\omega_0=\frac{1}{RC}$를 구한 뒤 2π로 나누며, RC는 제곱근 없이 그대로 분모에 남는다.

다시 나오면 이렇게 판단

빈 브리지 발진기는 정귀환망의 위상이 0이 되는 조건으로 $\omega_0 RC=1$을 세우고, $f_0=\frac{\omega_0}{2\pi}$로 변환한 뒤 RC의 단위가 시간인지 검산한다.

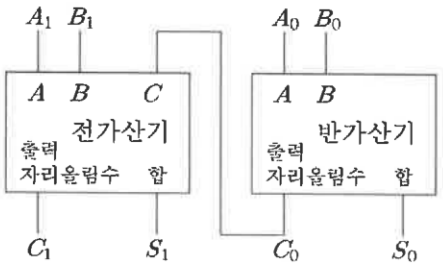
암기 포인트

동일한 R, C를 쓰는 빈 브리지 발진기의 주파수는 $f_0=\frac{1}{2\pi RC}$이고, 발진점의 정귀환률은 $\frac{1}{3}$이므로 증폭기 이득은 3이다.

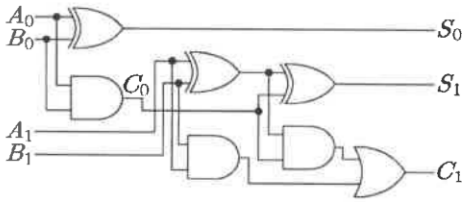
NoteBase

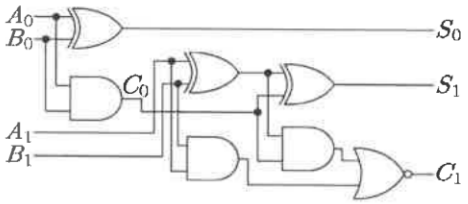
16. <보기>는 2진 병렬 가산기의 블록도이다. 블록도와 일치하는 논리회로로 가장 옳은 것은?

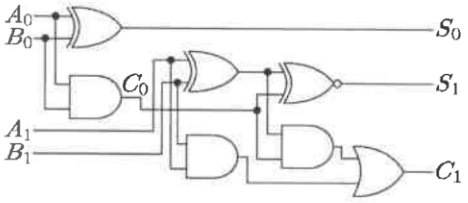
<보기>

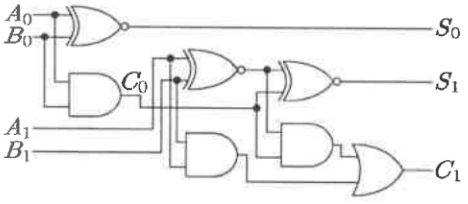


- A_0, A_1: 피연산수 비트
- B_0, B_1: 연산수 비트
- S_0: 첫째 자리합
- S_1: 둘째 자리합
- C_0: 첫째 비트 출력 자리올림수
- C_1: 둘째 비트 출력 자리올림수

① 

② 

③ 

④ 

정답 1번

NoteBase

출제 포인트

2비트 병렬 가산기는 첫째 자리의 반가산기에서 만든 자리올림수 C_0를 둘째 자리 전가산기의 입력으로 전달한다. 따라서 도식에서 $S_0 = A_0 \oplus B_0$, $C_0 = A_0B_0$, $S_1 = A_1 \oplus B_1 \oplus C_0$, $C_1 = A_1B_1 + C_0(A_1 \oplus B_1)$가 구현되는지를 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① O

- 첫째 자리에서 XOR 게이트가 S_0를, AND 게이트가 C_0를 만든다. 둘째 자리에서는 두 XOR 게이트가 $S_1 = A_1 \oplus B_1 \oplus C_0$를 만들고, 두 AND 게이트의 출력을 OR 게이트로 합하여 $C_1 = A_1B_1 + C_0(A_1 \oplus B_1)$를 만든다. 반가산기와 전가산기의 연결이 모두 옳다.

② X

- C_1 출력단이 OR 게이트가 아니라 출력에 반전 표시가 붙은 NOR 게이트이므로 필요한 자리올림수의 보수가 출력된다. 틀린 표현은 C_1 출력단의 반전 표시이며, 올바르게는 반전 표시가 없는 OR 게이트로 두 AND 출력을 합해야 한다.

③ X

- S_1을 만드는 마지막 게이트의 출력에 반전 표시가 있어 XOR가 아니라 XNOR 연산이 된다. 따라서 둘째 자리합이 $A_1 \oplus B_1 \oplus C_0$의 보수로 출력된다. 올바르게는 마지막 출력 반전을 제거하여 XOR 게이트로 S_1을 만들어야 한다.

④ X

- S_0 출력단에 반전 표시가 붙어 $A_0 \oplus B_0$가 아니라 그 보수인 XNOR 결과가 나온다. 이것만으로도 반가산기의 첫째 자리합과 일치하지 않는다. 틀린 표현은 S_0 출력단의 반전 표시이며, 올바르게는 이를 제거하여 $S_0 = A_0 \oplus B_0$가 되게 해야 한다.

오답 포인트

②~④는 게이트의 전체 모양이 ①과 거의 같고 출력단의 작은 반전 표시만 다르다. 이 반전 표시를 놓치면 OR와 NOR, XOR와 XNOR를 서로 같은 회로로 오인하게 된다. 특히 자리올림수 C_1은 두 부분 자리올림을 OR로 합해야 하므로 ②처럼 출력이 반전되면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 최하위 비트에서 XOR→합, AND→자리올림이 되는지 확인한다. 다음으로 그 자리올림이 상위 비트 전가산기에 입력되는지 보고, 상위 합은 XOR 두 번, 최종 자리올림은 AND 두 개의 출력을 OR로 합하는 구조인지 확인한다. 마지막으로 각 출력단의 반전 표시 유무를 확인한다.

NoteBase

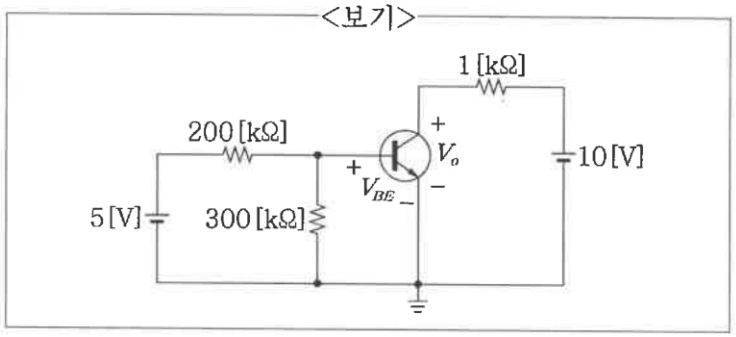
암기 포인트

반가산기는 합=XOR·자리올림=AND이고, 전가산기는 합=XOR 두 번·자리올림=두 AND 뒤 OR이다.

NoteBase

17. <보기>의 트랜지스터(transistor) 회로에서 $\beta=120$, $V_{BE}=0.7[V]$일 때, 전압 $V_o[V]$는?

<보기>



① 0.7 ② 5.7
③ 6.7 ④ 7.7

정답 4번

출제 포인트

베이스 바이어스 회로에서 베이스 전류를 구한 뒤, 전류 이득과 컬렉터 저항의 전압 강하를 이용해 출력전압을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $\beta = 120$, $V_{BE} = 0.7V$, 베이스 쪽 저항 $200k\Omega$와 $300k\Omega$, 컬렉터 저항 $1k\Omega$, 전원전압 $5V$와 $10V$이다.
구해야 할 값: 컬렉터와 접지된 이미터 사이의 출력전압 V_o이다.
주의할 조건: $300k\Omega$ 저항으로 흐르는 전류를 입력 전류에서 빼야 실제 베이스 전류가 된다.

사용할 공식

베이스 노드에서 키르히호프의 전류법칙을 적용하면
$I_B = \frac{5 - V_{BE}}{200k\Omega} - \frac{V_{BE}}{300k\Omega}$
이고, 활성 영역에서
$I_C = \beta I_B, \qquad V_o = 10 - I_C(1k\Omega)$
이다. 베이스 노드로 들어온 전류가 $300k\Omega$ 저항 전류와 베이스 전류로 나뉘며, 컬렉터 전류가 $1k\Omega$ 저항에 전압 강하를 만들기 때문에 이 식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. $200k\Omega$ 저항을 통해 베이스 노드로 들어오는 전류는
$\frac{5-0.7}{200k\Omega} = 21.5\mu A$
이다.
2. $300k\Omega$ 저항으로 접지에 흐르는 전류는
$\frac{0.7}{300k\Omega} = 2.33\mu A$
이므로,
$I_B = 21.5 - 2.33 = 19.17\mu A$
이다.
3. 컬렉터 전류는
$I_C = 120 \times 19.17\mu A = 2.30mA$
이고, 컬렉터 저항의 전압 강하는
$I_C R_C = (2.30mA)(1k\Omega) = 2.30V$
이다. 따라서
$V_o = 10 - 2.30 = 7.70V$
이다. 계산된 컬렉터 전압이 베이스 전압 $0.7V$보다 높으므로 활성 영역 가정에도 맞는다.

선지 판단

① X — $0.7V$는 주어진 베이스-이미터 전압 V_{BE}이지 출력전압이 아니다. 올바른 출력전압은 $7.7V$이다.
② X — $5.7V$는 컬렉터 저항의 실제 전압 강하 $2.3V$를 적용한 결과가 아니다. 올바른 값은 $10 - 2.3 = 7.7V$이다.
③ X — $6.7V$는 계산된 컬렉터 전압과 일치하지 않는다. 올바른 값은 $7.7V$이다.
④ O — 베이스 전류 $19.17\mu A$, 컬렉터 전류 $2.30mA$이므로 $V_o = 10 - (2.30mA)(1k\Omega) = 7.7V$이다.

오답 포인트

①의 $0.7V$를 출력전압으로 착각하기 쉽다. 또한 $200k\Omega$ 저항 전류 전체를 베이스 전류로 두면 안 되고, $300k\Omega$ 저항으로 빠지는 전류를 반드시 빼야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

베이스 전압을 V_{BE}로 정하고, 베이스 노드에 전류법칙을 적용해 I_B를 구한 다음, $I_C = \beta I_B$와 $V_C = V_{CC} - I_C R_C$의 순서로 계산한다. 마지막에는 계산된 동작점이 활성 영역 조건에 맞는지 확인한다.

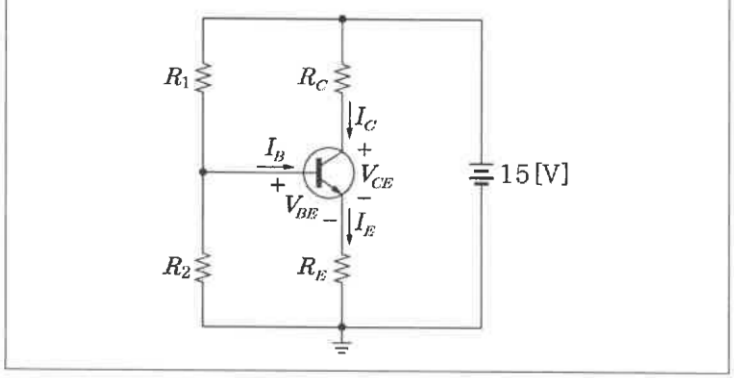
암기 포인트

베이스 분기 전류를 먼저 뺀다: $I_B = I_{200k} - I_{300k}$, $V_o = V_{CC} - I_C R_C$이다.

NoteBase

18. <보기>의 전압 분배 바이어스 회로에서 전압 V_{CE}[V]와 이미터 전류 I_E[mA]를 옳게 짝지은 것은?
(단, $R_1=13[\mathrm{k}\Omega]$, $R_2=2[\mathrm{k}\Omega]$, $R_C=5[\mathrm{k}\Omega]$, $R_E=1[\mathrm{k}\Omega]$, $V_{BE}=0.7[\mathrm{V}]$, $I_C=I_E$이다.)

<보기>



	V_{CE}[V]	I_E[mA]		V_{CE}[V]	I_E[mA]
①	5.0	1.0	②	7.2	1.0
③	7.2	1.3	④	8.0	1.3

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 전압 분배로 베이스 전압을 구한 뒤, 이미터 전류와 컬렉터·이미터 사이 전압 V_{CE}를 차례로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $V_{CC}=15V$, $R_1=13k\Omega$, $R_2=2k\Omega$, $R_C=5k\Omega$, $R_E=1k\Omega$, $V_{BE}=0.7V$이다.
구해야 할 값: V_{CE}와 I_E이다.
주의할 조건: 문제에서 $I_C=I_E$로 주어졌으므로, 구한 이미터 전류를 컬렉터 저항의 전압 강하 계산에도 그대로 사용한다.

NoteBase

사용할 공식

베이스 전류의 영향을 무시한 전압 분배 회로이므로 베이스 전압은

$V_B = V_{CC}\frac{R_2}{R_1+R_2}$

이다. 이어서

$V_E = V_B - V_{BE}, \qquad I_E = \frac{V_E}{R_E}$

를 사용한다. 컬렉터 전압과 컬렉터·이미터 사이 전압은

$V_C = V_{CC} - I_C R_C, \qquad V_{CE} = V_C - V_E$

로 구한다. V_{CE}는 컬렉터 전압 자체가 아니라 컬렉터 전압에서 이미터 전압을 뺀 값이기 때문이다.

계산 과정

1. 베이스 전압은

$V_B = 15 \times \frac{2}{13+2} = 2.0V$

이다.

2. 이미터 전압과 전류는

$V_E = 2.0 - 0.7 = 1.3V$

$I_E = \frac{1.3V}{1k\Omega} = 1.3mA$

이다.

3. $I_C = I_E = 1.3mA$이므로 컬렉터 전압은

$V_C = 15 - (1.3mA)(5k\Omega) = 8.5V$

이다. 따라서

$V_{CE} = 8.5 - 1.3 = 7.2V$

이다.

선지 판단

① X — 제시값 $V_{CE} = 5.0V$, $I_E = 1.0mA$는 모두 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $V_{CE} = 7.2V$, $I_E = 1.3mA$이다.

② X — $V_{CE} = 7.2V$는 맞지만 $I_E = 1.0mA$가 틀리다. 올바른 이미터 전류는 $I_E = 1.3mA$이다.

③ O — $V_{CE} = 7.2V$, $I_E = 1.3mA$로 두 값이 모두 계산 결과와 일치한다.

④ X — $I_E = 1.3mA$는 맞지만 $V_{CE} = 8.0V$가 틀리다. 올바른 값은 $V_{CE} = 7.2V$이다.

오답 포인트

베이스 전압 $2.0V$를 이미터 전압으로 그대로 사용하면 안 된다. $V_{BE} = 0.7V$를 빼서 $V_E = 1.3V$를 구해야 한다. 또한 $V_C = 8.5V$를 구한 뒤 멈추지 않고, 이미터 전압을 한 번 더 빼서 $V_{CE} = 7.2V$를 구해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전압 분배 바이어스 회로는 V_B 계산 → $V_E = V_B - V_{BE}$ → $I_E = V_E/R_E$ → $V_C = V_{CC} - I_C R_C$ → $V_{CE} = V_C - V_E$ 의 순서로 판단한다. 마지막에는 $k\Omega \times mA = V$의 단위 관계를 검산한다.

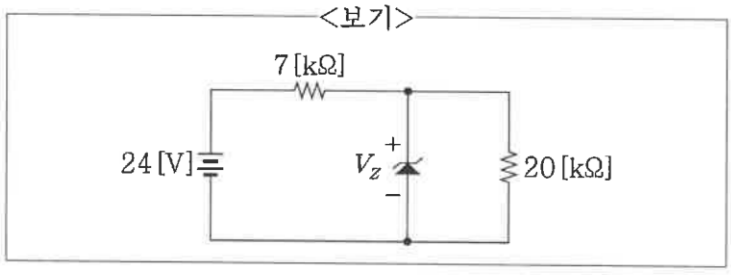
암기 포인트

전압 분배로 V_B, $0.7V$를 빼서 V_E, 저항으로 나누어 I_E, 마지막에 $V_C - V_E$로 V_{CE}를 구한다.

NoteBase

19. <보기>의 회로에서 7[kΩ] 저항에 흐르는 전류[mA]는? (단, 제너 다이오드는 이상적이고, 항복 전압은 10[V]이다.)

<보기>



① 0.5 ② 0.7
③ 1.5 ④ 2

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 제너 다이오드가 항복 영역에서 출력 전압을 일정하게 유지할 때 직렬저항에 흐르는 전류를 옴의 법칙으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원전압은 24V, 제너 항복전압은 10V, 직렬저항은 7kΩ, 부하저항은 20kΩ이다.
구해야 할 값: 7kΩ 저항에 흐르는 전체 전류이다.
주의할 조건: 제너 다이오드가 항복하면 병렬로 연결된 부하저항 양단 전압도 10V가 된다.

사용할 공식

직렬저항 전류는 $I_R = (V_S - V_Z)/R$이다.
제너 다이오드가 항복 영역에서 10V로 전압을 고정하므로, 직렬저항에는 전원전압과 제너전압의 차인 14V가 걸려 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 직렬저항의 전압강하는 $V_R = 24 - 10 = 14\text{V}$이다.
2. 따라서 $I_R = \frac{14\text{V}}{7\text{k}\Omega} = 2\text{mA}$ 이다.
3. 검산하면 부하전류는 $I_L = 10\text{V}/20\text{k}\Omega = 0.5\text{mA}$이고, 제너전류는 $I_Z = I_R - I_L = 1.5\text{mA}$이다. $I_Z > 0$이므로 제너 다이오드가 항복 상태라는 가정도 성립한다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0.5mA는 20kΩ 부하저항에 흐르는 전류이다. 7kΩ 저항의 전류는 2mA이다.
② X — 0.7mA는 14V를 20kΩ로 잘못 나눌 때 나오는 값이다. 직렬저항의 저항값 7kΩ를 적용하면 2mA이다.
③ X — 1.5mA는 직렬저항 전류에서 부하전류를 뺀 제너 다이오드 전류이다. 7kΩ 저항의 전류는 분기 전 전체 전류인 2mA이다.
④ O — 7kΩ 저항 양단에 14V가 걸리므로 전류는 14V/7kΩ = 2mA이다.

오답 포인트

①의 0.5mA는 부하전류이고 ③의 1.5mA는 제너전류이다. 문제는 분기 전 7kΩ 직렬저항의 전류를 묻고 있으므로 두 분기전류의 합인 2mA를 선택해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

제너 정전압 회로에서는 먼저 출력전압을 항복전압으로 두고 직렬저항 전류 $I_R = (V_S - V_Z)/R$를 계산한다. 이어 부하전류 $I_L = V_Z/R_L$를 구하고, 필요하면 $I_Z = I_R - I_L$로 제너전류와 항복 상태를 확인한다.

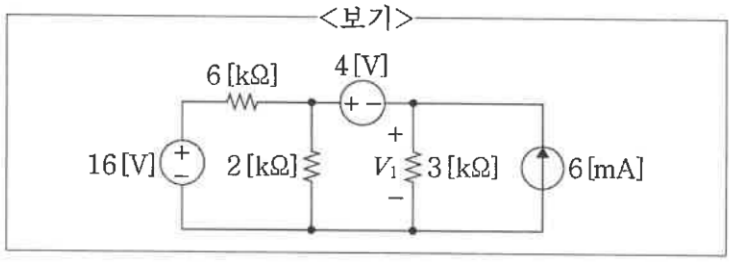
암기 포인트

제너 정전압 회로에서 직렬저항 전류는 부하전류와 제너전류의 합이다: $I_R = I_L + I_Z$.

NoteBase

20. <보기>의 회로에서 전압 V_1[V]은?

<보기>



① 6 ② 8
③ 9 ④ 10

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 두 비기준 노드 사이에 전압원이 연결된 회로에서 슈퍼노드에 키르히호프의 전류 법칙을 적용하여 전압 V_1을 구하는 문제이다.

조건 정리

아래쪽 도선을 기준 노드 $0V$로 둔다.
왼쪽 16 V 전압원의 위쪽 노드 전압은 $16V$이다.
4 V 전압원의 왼쪽 노드를 V_A, 오른쪽 노드를 V_B라 하면, 표시된 극성에 따라 $V_A - V_B = 4V$이다.
3 kΩ 저항의 위쪽 전압이 구하려는 값이므로 $V_B = V_1$이다.
6 mA 전류원은 기준 노드에서 슈퍼노드로 전류를 공급한다.

사용할 공식

슈퍼노드에 키르히호프의 전류 법칙을 적용하면

$$\frac{V_A - 16}{6k\Omega} + \frac{V_A}{2k\Omega} + \frac{V_B}{3k\Omega} - 6mA = 0$$

이다. 4 V 전압원 자체의 전류는 바로 알 수 없으므로 전압원 양쪽 노드를 하나의 슈퍼노드로 묶고, 슈퍼노드 경계를 드나드는 전류만으로 전류 방정식을 세운다.

NoteBase

계산 과정

전류 방정식에 $6k\Omega$를 곱하면
$(V_A - 16) + 3V_A + 2V_B - 36 = 0$
이므로
$2V_A + V_B = 26$
을 얻는다. 전압원의 극성 관계 $V_A = V_B + 4$를 대입하면
$2(V_B + 4) + V_B = 26$
$3V_B = 18$
$V_B = 6V$
이다. 따라서 $V_1 = V_B = 6V$이다.

선지 판단

① O — 계산 결과 $V_1 = 6V$이므로 옳다.
② X — $V_1 = 8V$가 아니라 $6V$이다. 4 V 전압원의 극성을 반영한 $V_A = V_B + 4$와 슈퍼노드 전류 방정식을 함께 풀면 6 V가 나온다.
③ X — $V_1 = 9V$가 아니라 $6V$이다. 전류원이 공급하는 $6mA$까지 포함한 슈퍼노드 방정식의 해는 6 V이다.
④ X — $V_1 = 10V$가 아니라 $6V$이다. 4 V를 오른쪽 노드 전압에 그대로 더하거나 빼는 것만으로는 구할 수 없고, 모든 연결 가지의 전류를 함께 고려해야 한다.

오답 포인트

핵심 함정은 4 V 전압원의 극성이다. 그림에서 왼쪽이 +, 오른쪽이 -이므로 $V_A - V_B = 4V$이다. 또한 위쪽 방향의 6 mA 전류원은 슈퍼노드로 전류를 공급하므로, 슈퍼노드에서 나가는 전류를 양수로 쓴 방정식에서는 $-6mA$로 들어간다.

다시 나오면 이렇게 판단

비기준 노드 사이에 이상 전압원이 있으면 두 노드를 슈퍼노드로 묶는다. 그다음 슈퍼노드 전체에 전류 법칙을 적용하고, 전압원의 극성 관계식을 별도로 세워 두 식을 연립한다. 마지막으로 구한 노드 전압의 기준점과 표시 극성을 확인한다.

암기 포인트

전압원으로 연결된 두 노드는 슈퍼노드로 묶고, 전류 방정식 하나와 전압원 극성식 하나를 연립한다.

NoteBase