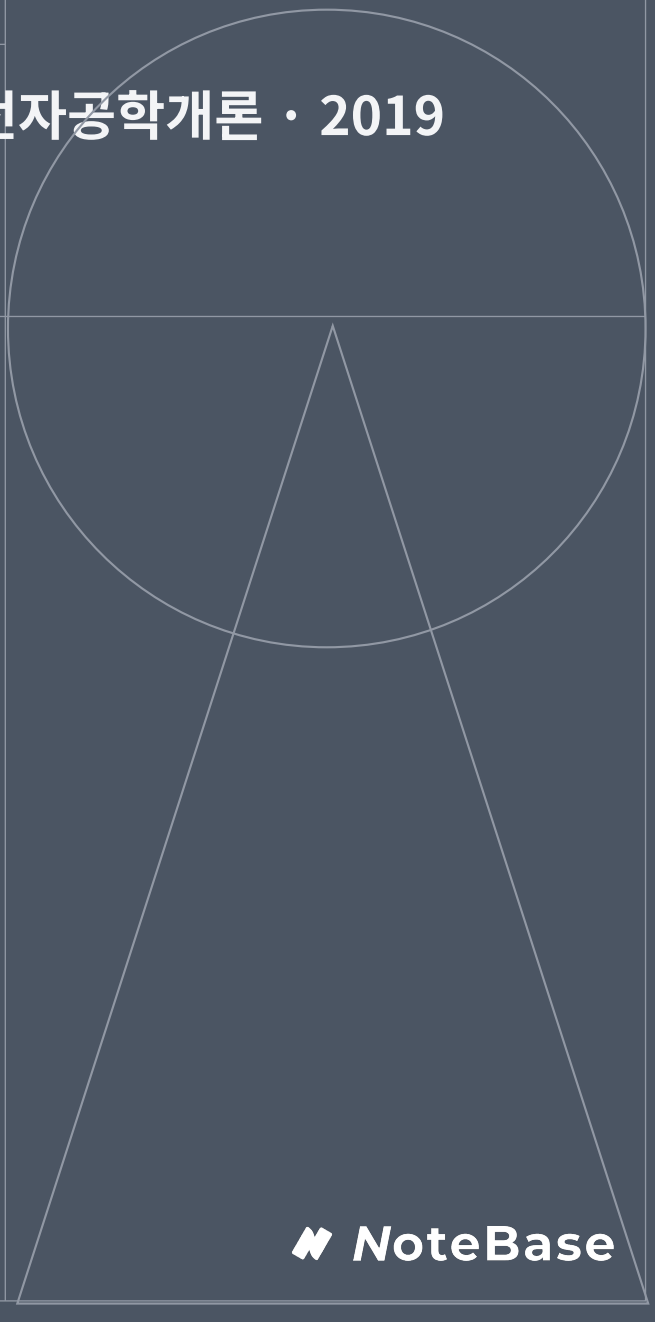
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전자공학개론 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전자공학개론 · 2019

공무원/서울시/9급 경력 · 전자공학개론 · 2019

1. <보기>의 빈칸에 공통으로 들어갈 단어로 가장 옳은 것은?

<보기>

( ) 다이오드는 일반 다이오드와 달리 역방향 항복 특성을 이용하는 소자이다. ( ) 다이오드에 역방향 전압을 걸어주면 어느 전압까지는 전류가 흐르지 않지만 특정 전압을 넘어가면 급격히 전류가 흐르면서 전압을 일정하게 유지하는 특성을 가지고 있다. 이때의 전압을 항복 전압이라고 한다.

① 제너 ② 포토
③ 정류 ④ 발광

정답 1번

출제 포인트

역방향 항복 영역을 이용하여 전압을 거의 일정하게 유지하는 다이오드가 무엇인지 묻는 문제이다.

핵심 개념

제너 다이오드는 역방향 전압이 제너 전압에 이르면 항복 전류가 급격히 증가하면서도 양단 전압은 거의 일정하게 유지되는 소자이다. 이 특성 때문에 기준 전압 생성이나 전압 안정화에 사용된다.
제너 다이오드는 역방향 항복 특성을 이용하고, 포토 다이오드는 빛을 전류로 변환하며, 정류 다이오드는 한 방향으로 전류를 흐르게 하고, 발광 다이오드는 순방향 전류에 의해 빛을 낸다.

NoteBase

선지별 해설

① 제너 O
제너 다이오드는 역방향 항복 특성을 의도적으로 이용하는 소자이다. 역방향 전압이 제너 전압을 넘으면 전류는 급격히 증가하지만 전압은 거의 일정하게 유지되므로 두 빈칸에 공통으로 들어갈 말이다.

② 포토 X
틀린 표현은 '포토'이다. 포토 다이오드는 빛을 받았을 때 생기는 광전류를 검출하는 소자이며, 역방향 항복 전압을 이용해 전압을 일정하게 유지하는 소자가 아니다. 올바르게는 '제너 다이오드는 역방향 항복 특성을 이용한다'이다.

③ 정류 X
틀린 표현은 '정류'이다. 정류 다이오드는 주로 한 방향으로 전류를 통과시켜 교류를 직류로 바꾸는 데 사용하며, 항복 영역에서의 정전압 특성을 목적으로 하지 않는다. 올바르게는 '제너 다이오드는 항복 영역에서 전압을 거의 일정하게 유지한다'이다.

④ 발광 X
틀린 표현은 '발광'이다. 발광 다이오드는 순방향 전류가 흐를 때 전자와 정공의 재결합으로 빛을 내는 소자이다. 올바르게는 '제너 다이오드는 역방향 항복 특성을 이용하는 소자이다'이다.

오답 포인트

'역방향'이라는 말만 보고 일반적인 다이오드의 역바이어스 동작으로 판단하면 안 된다. 이 문항의 결정적 표현은 '특정 전압을 넘으면 전류가 급격히 흐르면서 전압을 일정하게 유지한다'이며, 이는 제너 다이오드의 항복 영역 특성이다.

다시 나오면 이렇게 판단

역방향 항복, 일정한 전압, 전압 안정화가 함께 제시되면 제너 다이오드로 판단한다. 빛의 검출은 포토 다이오드, 한 방향 전도와 정류는 정류 다이오드, 빛의 방출은 발광 다이오드로 구분한다.

암기 포인트

제너는 역방향 항복으로 정전압, 포토는 빛 검출, 정류는 한 방향 전도, 발광은 빛 방출이다.

NoteBase

2. 다수 반송자가 정공인 불순물 반도체를 만드는 데 사용되는 원소로 가장 옳은 것은?

① Sb ② As

③ Ga ④ Ge

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 정공이 다수 반송자인 p형 불순물 반도체를 만드는 억셉터 불순물을 묻는 문제이다.

핵심 개념

p형 반도체는 4가 원소 반도체에 3가 불순물을 첨가하여 정공을 다수 반송자로 만든 반도체이다. 3가 불순물은 전자를 받아들이는 억셉터이며, Ga가 이에 해당한다. 반대로 5가 불순물인 As와 Sb는 남는 전자를 제공하는 도너이므로 전자가 다수 반송자인 n형 반도체를 만든다.

선지별 해설

① Sb: X — Sb는 최외각 전자가 5개인 5가 불순물로서 전자를 제공하는 도너이다. 따라서 정공이 아니라 전자가 다수 반송자인 n형 반도체를 만든다. 틀린 표현인 'Sb'는 p형 반도체를 만드는 3가 불순물 'Ga'로 고쳐야 한다.
② As: X — As도 최외각 전자가 5개인 도너 불순물이므로 n형 반도체를 만든다. 정공이 다수 반송자가 되게 하는 불순물로는 As가 아니라 Ga와 같은 3가 억셉터를 사용한다.
③ Ga: O — Ga는 최외각 전자가 3개인 3가 불순물이다. 4가 원소 반도체에 첨가하면 공유 결합에 전자 하나가 부족해져 정공이 생기므로 p형 반도체가 된다.
④ Ge: X — Ge는 최외각 전자가 4개인 4가 원소로, Si와 마찬가지로 반도체의 모재로 사용된다. Ge 자체는 정공을 만드는 3가 억셉터 불순물이 아니며, p형을 만들려면 Ga와 같은 3가 불순물을 첨가해야 한다.

오답 포인트

Sb와 As도 반도체 도핑에 쓰이는 원소라는 점 때문에 Ga와 혼동하기 쉽다. 그러나 Sb·As는 5가 도너라서 n형을 만들고, Ga는 3가 억셉터라서 p형을 만든다. Ge는 불순물이라기보다 4가 반도체 모재라는 점도 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

다수 반송자가 정공이면 p형이므로 3가 억셉터를 고른다. 다수 반송자가 전자이면 n형이므로 5가 도너를 고른다.

암기 포인트

3가 Ga는 정공을 만드는 p형 억셉터, 5가 As·Sb는 전자를 만드는 n형 도너이다.

NoteBase

3. 주파수가 $1\,[\mathrm{kHz}]$인 사인파 전압의 주기(T)로 가장 알맞은 것은?

① $0.1\,[\mathrm{ms}]$ ② $1\,[\mathrm{ms}]$

③ $0.1\,[\mathrm{s}]$ ④ $1000\,[\mathrm{s}]$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 주파수와 주기의 역수 관계를 이용하여 사인파 전압의 주기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 주파수 $f = 1\mathrm{kHz} = 10^{3}\mathrm{Hz}$

구해야 할 값: 주기 T

주의할 조건: $1\mathrm{Hz} = 1\mathrm{s}^{-1}$이고, $1\mathrm{ms} = 10^{-3}\mathrm{s}$이다.

사용할 공식

$T = \frac{1}{f}$

주기는 파형이 한 번 반복되는 데 걸리는 시간이고 주파수는 1s 동안의 반복 횟수이므로 두 값은 서로 역수 관계이다.

계산 과정

1. 주파수를 헤르츠로 바꾸면 $1\mathrm{kHz} = 10^{3}\mathrm{Hz}$이다.
2. 공식에 대입하면 $T = \frac{1}{10^{3}}\mathrm{s} = 10^{-3}\mathrm{s}$이다.
3. $10^{-3}\mathrm{s} = 1\mathrm{ms}$이므로 주기는 1ms이다.

선지 판단

① X — $0.1\mathrm{ms} = 10^{-4}\mathrm{s}$이므로 계산 결과보다 10배 짧다. 이는 10kHz의 주기에 해당하며, 올바르게는 1ms이다.

② O — $T = 1/f = 1/(10^{3}\mathrm{Hz}) = 10^{-3}\mathrm{s} = 1\mathrm{ms}$이므로 계산 결과와 일치한다.

③ X — 0.1s는 10Hz의 주기에 해당하므로 틀리며, 올바르게는 1ms이다.

④ X — 1000s는 주파수와 주기의 역수 관계를 적용하지 않은 값이며 0.001Hz의 주기에 해당한다. 올바르게는 1ms이다.

계산 결과 1ms이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

오답 포인트

주파수 1kHz의 숫자 1만 보고 주기도 임의의 단위로 1이라고 판단하면 안 된다. k = 10^{3}, m = 10^{-3}의 단위 변환과 $T = 1/f$의 역수 관계를 함께 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

주파수를 먼저 Hz로 바꾸고 $T = 1/f$를 적용한 뒤, 초 단위의 계산값을 선지의 시간 단위로 환산하여 판단한다.

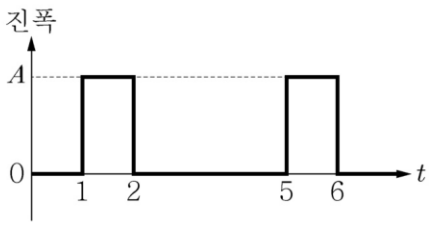
암기 포인트

주파수와 주기는 역수 관계이므로 1kHz의 주기는 1ms이다.

NoteBase

4. <보기>와 같은 펄스 신호의 듀티비(%)로 가장 옳은 것은?

<보기>



① 16.7 ② 25
③ 40 ④ 50

정답 2번

출제 포인트

펄스 신호의 한 주기와 고레벨 유지 시간을 파형에서 읽어 듀티비를 구하는 문제이다.

조건 정리

파형의 연속한 상승 시점은 $t = 1$과 $t = 5$이므로 주기는 $T = 5 - 1 = 4$이다. 한 주기 동안 진폭이 A인 고레벨 유지 시간은 $T_{on} = 2 - 1 = 1$이다. 진폭 A의 크기는 듀티비 계산에 영향을 주지 않는다.

사용할 공식

듀티비는 한 주기 중 신호가 고레벨인 시간의 비율이므로 다음 공식을 사용한다.

$D = \frac{T_{on}}{T} \times 100\%$

계산 과정

한 주기는 $t = 1$부터 다음 상승 시점인 $t = 5$까지이므로 $T = 4$이다. 이 구간에서 고레벨인 시간은 $t = 1$부터 $t = 2$까지이므로 $T_{on} = 1$이다.

$D = \frac{1}{4} \times 100\% = 25\%$

선지 판단

① X — 16.7%는 $T_{on}/T = 1/4$와 일치하지 않는다. 올바른 값은 25%이다.

② O — $1/4 \times 100\% = 25\%$이므로 계산 결과와 일치한다.

③ X — 40%는 한 주기 4 중 고레벨 시간 1의 비율이 아니다. 올바른 값은 25%이다.

④ X — 50%가 되려면 한 주기의 절반인 2만큼 고레벨이어야 하지만 실제 고레벨 시간은 1이다. 올바른 값은 25%이다.

NoteBase

오답 포인트

그림에 표시된 전체 구간 $t = 0$부터 $t = 6$까지를 한 주기로 보거나, 펄스 폭만 보고 주기를 잘못 정하면 오답이 된다. 주기는 같은 위상의 반복 지점인 연속한 상승 시점 사이에서 읽는다.

다시 나오면 이렇게 판단

연속한 상승 시점 또는 연속한 하강 시점의 차이로 주기 T를 구하고, 한 주기 안의 고레벨 시간 T_{on}을 구한 뒤 $T_{on}/T \times 100\%$를 계산한다.

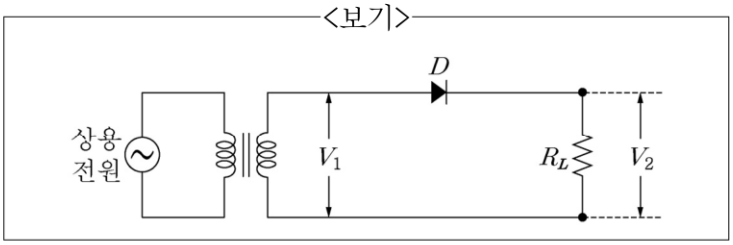
암기 포인트

듀티비는 '켜진 시간 ÷ 전체 주기 × 100%'이다.

NoteBase

5. <보기>의 반파 정류회로에서 변압기를 거쳐 출력된 전압의 실횻값이 V_1[V]이라면 출력 전압 V_2[V]의 평균값으로 가장 옳은 것은?

<보기>



① $\frac{0.5\sqrt{2}\,V_1}{\pi}$ ② $\frac{2\sqrt{2}\,V_1}{\pi}$

③ $\frac{\sqrt{2}\,V_1}{\pi}$ ④ $\frac{\sqrt{2}\,V_1}{2\pi}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 정현파를 이상적인 다이오드로 반파 정류했을 때 출력 전압의 한 주기 평균값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 변압기 출력 정현파 전압의 실효값은 V_1이다.
구해야 할 값: 부하 R_L 양단의 반파 정류 출력 전압 V_2의 평균값이다.
주의할 조건: V_1은 실효값이므로 먼저 최댓값 $V_m = \sqrt{2}V_1$로 바꾸며, 평균은 도통하는 반주기만이 아니라 한 주기 전체를 기준으로 구한다.

사용할 공식

이상적인 반파 정류기의 출력은 양의 반주기에서만 $v_o(\theta) = V_m \sin\theta$이고, 나머지 반주기에서는 0이다. 따라서 한 주기 평균값은
$V_{2,\,avg} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} V_m \sin\theta d\theta = \frac{V_m}{\pi}$
이다. 입력 전압이 실횻값으로 주어졌으므로 $V_m = \sqrt{2}V_1$을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 정현파의 최댓값은 $V_m = \sqrt{2}V_1$이다.
2. 반파 정류 출력의 한 주기 평균값은 V_m/π이다.
3. 이를 대입하면

$V_{2,\,\mathrm{avg}} = \frac{V_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2}V_1}{\pi}$
가 된다.

선지 판단

① X — $0.5\sqrt{2}V_1/\pi = \sqrt{2}V_1/(2\pi)$는 올바른 평균값의 절반이다. 반파 정류의 평균값을 구하면서 도통 구간의 기여를 한 번 더 절반으로 줄인 값이며, 올바르게는 $\sqrt{2}V_1/\pi$이다.
② X — $2\sqrt{2}V_1/\pi$는 올바른 평균값의 2배이다. 반파 정류 평균 공식은 $2V_m/\pi$가 아니라 V_m/π이며, 올바르게는 $\sqrt{2}V_1/\pi$이다.
③ O — $V_m = \sqrt{2}V_1$을 $V_{2,\,\mathrm{avg}} = V_m/\pi$에 대입한 $\sqrt{2}V_1/\pi$와 일치한다.
④ X — $\sqrt{2}V_1/(2\pi)$는 ①과 같은 값으로 올바른 평균값의 절반이다. 한 주기 평균 적분 결과는 $V_m/(2\pi)$가 아니라 V_m/π이며, 올바르게는 $\sqrt{2}V_1/\pi$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 실횻값 V_1을 최댓값으로 착각하거나, 반파 정류라는 이유로 평균값을 다시 2로 나누는 것이다. 한 주기 적분의 분모는 2π이지만, 양의 반주기 적분값이 $2V_m$이므로 최종 평균값은 V_m/π가 된다. 특히 ①과 ④는 표현만 다를 뿐 같은 오답값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파 전압이 실횻값으로 주어지면 먼저 $V_m = \sqrt{2}V_{\mathrm{rms}}$로 변환한 뒤, 이상적인 반파 정류 평균값 공식 $V_{\mathrm{avg}} = V_m/\pi$를 적용한다.

암기 포인트

이상적인 반파 정류의 평균값은 최댓값 기준 V_m/π, 실횻값 기준 $\sqrt{2}V_{\mathrm{rms}}/\pi$이다.

NoteBase

6. 평행판 커패시터 두 금속판의 가로, 세로 길이를 각각 절반으로 줄였으나 정전용량은 그대로 유지하기 위한 방법으로 가장 옳은 것은?
① 간격은 그대로 유지하고 금속판 사이 유전체를 비유전율이 2배인 것으로 교체한다.
② 간격을 절반으로 좁히고 금속판 사이 유전체를 비유전율이 2배인 것으로 교체한다.
③ 간격을 4배로 넓히고 금속판 사이 유전체는 변경하지 않는다.
④ 간격을 2배로 넓히고 금속판 사이 유전체를 비유전율이 2배인 것으로 교체한다.

정답 2번

출제 포인트

평행판 커패시터의 정전용량 공식과 금속판 면적·간격·유전체 비유전율의 변화 비율을 함께 적용하는 문제이다.

조건 정리

가로와 세로가 각각 절반이므로 금속판 면적은 원래의 1/4이 된다. 정전용량은 그대로 유지해야 하므로 비유전율의 증가 효과와 간격의 변화 효과가 면적 감소를 정확히 상쇄해야 한다.

사용할 공식

평행판 커패시터의 정전용량은

$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d}$

이다. 따라서 변화 전후의 비는

$\frac{C'}{C} = \frac{\varepsilon_r'}{\varepsilon_r} \cdot \frac{A'}{A} \cdot \frac{d}{d'}$

이다. 정전용량이 비유전율과 판 면적에 비례하고 판 사이 간격에 반비례하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

면적비는 $A'/A = 1/4$이다. ②의 조건인 $\varepsilon_r'/\varepsilon_r = 2$, $d'/d = 1/2$를 대입하면

$\frac{C'}{C} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{1/2} = 1$

이 된다. 따라서 정전용량이 그대로 유지된다.

NoteBase

선지 판단

① X — 간격을 그대로 두고 비유전율만 2배로 하면 $C'/C = 2 \cdot (1/4) = 1/2$이므로 정전용량이 절반으로 감소한다. 올바르게는 간격을 그대로 둘 때 비유전율을 4배로 해야 한다.
② O — 간격을 절반으로 줄이고 비유전율을 2배로 하면 면적의 1/4배, 비유전율의 2배, 간격 감소에 따른 2배가 곱해져 $C'/C = 1$이 된다.
③ X — 간격을 4배로 넓히고 비유전율을 유지하면 $C'/C = (1/4) \cdot (1/4) = 1/16$이므로 정전용량이 크게 감소한다. 올바르게는 비유전율을 유지할 때 간격을 원래의 1/4로 줄여야 한다.
④ X — 간격을 2배로 넓히고 비유전율을 2배로 하면 $C'/C = 2 \cdot (1/4) \cdot (1/2) = 1/4$이므로 정전용량이 감소한다. 올바르게는 간격을 2배로 넓힐 때 비유전율을 8배로 해야 한다.

오답 포인트

가로와 세로를 각각 절반으로 줄인 것을 면적도 절반이 된 것으로 착각하기 쉽다. 실제 면적은 두 길이비를 곱한 1/4이고, 간격은 분모에 있으므로 간격을 절반으로 줄이면 정전용량은 2배가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 가로비와 세로비를 곱해 면적비를 구한 뒤, $C'/C = (\varepsilon_r'/\varepsilon_r)(A'/A)(d/d')$에 각 변화비를 대입하여 그 값이 1인지 판단한다.

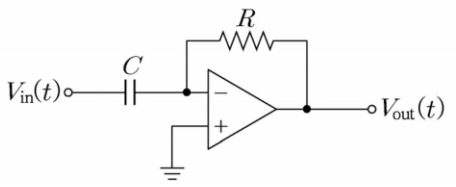
암기 포인트

평행판 커패시터는 비유전율·면적에 비례하고 간격에 반비례한다. 가로와 세로가 각각 절반이면 면적은 1/4이다.

NoteBase

7. <보기>의 회로에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>



① 출력 전압은 입력 전압의 미분에 비례한다.
② 트리거용 펄스를 만들어 내는 데 사용될 수 있다.
③ 구형파의 에지(edge)를 검출하는 데 사용될 수 있다.
④ 되먹임 콘덴서를 사용하여 저역 통과 필터로 사용된다.

정답 4번

출제 포인트

반전 입력에 커패시터 C가 직렬로 연결되고 출력과 반전 입력 사이에 저항 R이 연결된 연산증폭기 회로는 미분기이다. 이상적인 경우 출력은 입력의 시간 미분에 비례하며, 관계식은 $V_{out}(t) = -RC\frac{dV_{in}(t)}{dt}$이다.

선지별 해설

① O — 미분기이므로 출력 전압은 입력 전압의 시간에 대한 미분에 비례한다. 반전형 회로이므로 비례식에는 음의 부호가 붙는다.

② O — 입력이 급격히 변하는 순간에만 큰 출력이 나타나므로 구형파의 상승·하강 구간에서 짧은 펄스를 얻는 트리거용 펄스 생성에 사용할 수 있다.

③ O — 구형파의 에지에서는 입력 변화율이 크므로 출력 펄스가 발생한다. 따라서 상승 에지와 하강 에지를 검출하는 데 사용할 수 있다.

④ X — 틀린 표현은 '피드백 콘덴서'와 '저역 통과 필터'이다. 그림의 피드백 소자는 저항 R이고 커패시터 C는 입력에 직렬로 연결되어 있다. 올바르게는 이 회로는 고주파 성분과 급격한 변화를 강조하는 미분기이며, 이상적으로 고역 통과 특성을 나타낸다.

오답 포인트

적분기와 미분기의 소자 위치를 뒤바꾸기 쉽다. 입력에 커패시터가 있고 피드백에 저항이 있으면 미분기이고, 입력에 저항이 있고 피드백에 커패시터가 있으면 적분기이다. ④는 후자의 구조와 저역 통과 성질을 이 그림에 잘못 적용한 선지이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

반전형 연산증폭기에서 입력 소자와 피드백 소자의 위치를 먼저 확인한다. 입력이 C, 피드백이 R이면 미분기로 판단하고, 급격한 변화·에지·펄스·고역 강조와 연결한다.

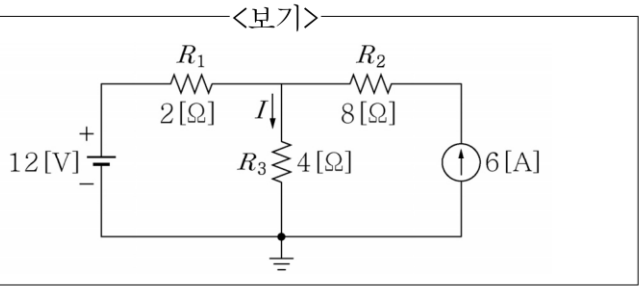
암기 포인트

입력 C·피드백 R은 미분기, 입력 R·피드백 C는 적분기이다.

NoteBase

8. <보기>의 회로에서 전류 I[A]의 값으로 가장 옳은 것은?

<보기>



① 1[A] ② 2[A]
③ 3[A] ④ 4[A]

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전류원이 연결된 노드에 키르히호프의 전류 법칙(KCL)을 적용하여 R_3에 흐르는 전류 I를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압원은 $12V$, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 8\Omega$, $R_3 = 4\Omega$, 전류원은 $6A$이다.
구해야 할 값: R_3를 위에서 아래로 흐르는 전류 I이다.
주의할 조건: 전류원 위쪽 노드에는 전류원과 R_2만 연결되어 있으므로 전류원이 공급하는 $6A$가 모두 R_2를 거쳐 중앙 노드로 들어온다.

사용할 공식

중앙 노드 전압을 V라고 하면 R_3 전류는 옴의 법칙에 따라 $I = V/4$이다. 중앙 노드에서 KCL을 적용하면
$\frac{V-12}{2} + \frac{V}{4} - 6 = 0$
이다. 각 가지의 전류가 한 노드에서 보존되어야 하므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

1. 왼쪽 전압원의 위쪽 노드는 접지에 대해 $12V$이다.
2. 오른쪽 전류원이 공급한 $6A$는 R_2를 지나 중앙 노드로 유입된다.
3. 중앙 노드에서 나가는 전류를 기준으로 KCL을 세우면 $(V-12)/2 + V/4 - 6 = 0$이다.
4. 식을 정리하면 $2V - 24 + V - 24 = 0$, 즉 $3V = 48$이므로 $V = 16V$이다.
5. 따라서 $I = V/R_3 = 16/4 = 4A$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $I = 1A$가 아니라 KCL로 구한 값은 $I = 4A$이다.
② X — $I = 2A$가 아니라 중앙 노드 전압 $16V$를 4Ω로 나눈 $I = 4A$가 옳다. $2A$는 중앙 노드에서 R_1을 거쳐 $12V$ 노드로 흐르는 전류이다.
③ X — $I = 3A$가 아니라 오른쪽에서 들어온 $6A$ 중 $2A$가 R_1 쪽으로 흐르고 나머지 $4A$가 R_3로 흐른다.
④ O — R_3 양단 전압이 $16V$이므로 화살표 방향 전류는 $I = 16/4 = 4A$이다.

오답 포인트

전류원과 직렬인 R_2의 8Ω를 이용해 전류원의 $6A$를 다시 계산하려는 것이 함정이다. 이 가지의 전류는 전류원이 이미 $6A$로 정하며, 중앙 노드에서는 이 전류의 유입 방향과 R_1을 통해 빠져나가는 $2A$를 함께 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전류원이 연결된 회로에서는 먼저 전류원의 방향과 유일한 전류 경로를 확인한 뒤, 기준 노드에 대한 노드 전압을 정하고 KCL 식을 세운다. 마지막에는 각 가지의 유입 전류 합과 유출 전류 합이 같은지 검산한다.

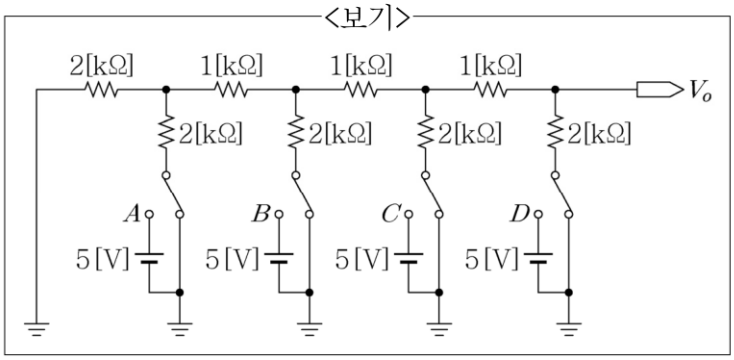
암기 포인트

전류원은 가지 전류를 정하고, 노드 전압은 KCL로 정한다. 이 회로에서는 $6A = 2A + 4A$이다.

NoteBase

9. 10진수 6에 대한 1의 보수가 $(DCBA)_2$라고 할 때 <보기>의 회로에서 출력전압 V_o[V]로 가장 옳은 것은? (단, 비트가 1일 때 5[V]쪽으로 스위치가 연결되고, 0일 때는 0[V]쪽으로 연결되는 구조이다.)

<보기>



① $\frac{15}{4}$ [V] ② $\frac{5}{8}$ [V] ③ $\frac{25}{8}$ [V] ④ $\frac{45}{16}$ [V]

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 4비트 수의 1의 보수를 구한 뒤, R-2R 사다리형 D/A 변환기의 비트별 가중치를 적용하여 출력전압을 계산하는 문제이다.

조건 정리

10진수 6의 4비트 이진수 표현은 0110_2이다. 각 비트를 반전한 1의 보수는 1001_2이므로 $(D, C, B, A) = (1, 0, 0, 1)$이다. 비트가 1이면 해당 스위치는 $5V$, 0이면 $0V$에 연결된다. 출력단에 가까운 D가 최상위 비트이고, A가 최하위 비트이다.

사용할 공식

그림의 R-2R 사다리 회로에서 출력전압은

$V_o = 5\left(\frac{D}{2} + \frac{C}{4} + \frac{B}{8} + \frac{A}{16}\right)V$

이다. 동일한 저항비가 반복되므로 출력단에서 멀어질 때마다 각 비트의 전압 기여도가 절반으로 줄어들어 이 공식을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. $6_{10} = 0110_2$이므로 1의 보수는 1001_2이다.
2. 따라서 $D = 1, C = 0, B = 0, A = 1$이다.
3. 이를 대입하면
$V_o = 5\left(\frac{1}{2} + \frac{0}{4} + \frac{0}{8} + \frac{1}{16}\right) = 5\left(\frac{9}{16}\right) = \frac{45}{16}V$
이다.

선지 판단

① X — $\frac{15}{4}V$는 계산값 $\frac{45}{16}V$와 다르다. 올바른 출력전압은 $\frac{45}{16}V$이다.
② X — $\frac{5}{8}V$는 $D = 1$인 최상위 비트의 $\frac{5}{2}V$ 기여조차 반영하지 못한 값이다. 올바른 출력전압은 $\frac{45}{16}V$이다.
③ X — $\frac{25}{8}V$는 활성화된 D와 A의 가중치 합 $\frac{1}{2} + \frac{1}{16} = \frac{9}{16}$을 적용한 결과가 아니다. 올바른 출력전압은 $\frac{45}{16}V$이다.
④ O — $(D, C, B, A) = (1, 0, 0, 1)$을 비트별 가중치에 대입하면 정확히 $\frac{45}{16}V$가 된다.

오답 포인트

핵심 함정은 원래 수 0110_2를 그대로 사용하거나, 1의 보수 1001_2에서 D와 A의 가중치 순서를 뒤집는 것이다. 이 회로에서는 출력단에 가장 가까운 D의 가중치가 $\frac{1}{2}$로 가장 크고, 가장 먼 A의 가중치가 $\frac{1}{16}$로 가장 작다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 주어진 수를 지정된 비트 수의 이진수로 나타내고 1의 보수이면 모든 비트를 반전한다. 그다음 출력단에 가까운 비트부터 $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}$의 가중치를 대응시켜 기준전압과 곱한다.

암기 포인트

R-2R 사다리형 DAC는 출력단에 가까운 비트부터 가중치가 $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}$로 절반씩 감소한다.

NoteBase

10. 비정현파 전압
$v(t)=10+100\sqrt{2}\sin(\omega t)+10\sqrt{2}\sin(3\omega t)$ [V]에서
기본파의 실횻값[V]으로 가장 옳은 것은?

① 100 [V]　② 101 [V]

③ $10\sqrt{2}$ [V]　④ $\frac{10}{\sqrt{2}}$ [V]

정답 1번

출제 포인트

비정현파를 직류분, 기본파, 고조파로 구분하고 기본파 정현파의 첨두값으로부터 실효값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 직류분 $10V$, 기본파 $100\sqrt{2}\sin(\omega t)V$, 제3고조파 $10\sqrt{2}\sin(3\omega t)V$의 합이다.
구해야 할 값은 전체 전압의 실효값이 아니라 기본파 성분만의 실효값이다.

사용할 공식

정현파 $v(t)=V_m\sin(\omega t)$의 실효값은 다음과 같다.
$V_{\text{rms}}=\frac{V_m}{\sqrt{2}}$
기본파가 정현파이고 그 첨두값이 $100\sqrt{2}V$이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 기본파 성분은 $100\sqrt{2}\sin(\omega t)V$이다.
2. 기본파의 첨두값은 $V_m=100\sqrt{2}V$이다.
3. 따라서 기본파의 실효값은

$V_{1,\text{rms}}=\frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}}=100V$

이다. 직류분과 제3고조파는 기본파 실효값 계산에 포함하지 않는다.

선지 판단

① O — 기본파의 첨두값 $100\sqrt{2}V$를 $\sqrt{2}$로 나누면 실효값은 $100V$이다.
② X — $101V$는 기본파만이 아니라 직류분과 제3고조파까지 포함한 전체 실효값 $\sqrt{10^2+100^2+10^2}=10\sqrt{102}V$를 반올림할 때 나오는 값이다. 올바르게는 기본파의 실효값이 $100V$이다.
③ X — $10\sqrt{2}V$는 제3고조파의 첨두값이므로 기본파의 실효값이 아니다. 올바르게는 기본파의 첨두값 $100\sqrt{2}V$를 변환한 $100V$이다.
④ X — $10/\sqrt{2}V$는 상수항 10을 정현파의 첨두값처럼 잘못 보고 $\sqrt{2}$로 나눈 값이다. 상수항은 직류분이며 기본파가 아니므로, 올바른 기본파 실효값은 $100V$이다.

NoteBase

오답 포인트

‘기본파의 실효값’을 ‘전체 파형의 실효값’으로 바꾸어 계산하는 것이 핵심 함정이다. 기본파에는 $\sin(\omega t)$ 항만 해당하며, 직류분 10과 $\sin(3\omega t)$ 항은 제외한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 요구된 주파수 성분을 분리한 뒤, 그 성분이 정현파이면 첨두값을 $\sqrt{2}$로 나누어 실효값을 구한다. 전체 실효값을 묻는 경우에만 서로 직교하는 직류분과 각 고조파 실효값의 제곱을 합한 뒤 제곱근을 취한다.

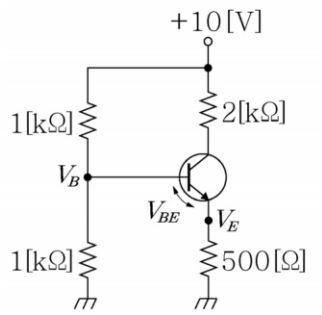
암기 포인트

기본파는 ω 성분만 선택하고, 정현파의 실효값은 첨두값을 $\sqrt{2}$로 나눈 값이다.

NoteBase

11. <보기>의 전압 분배 바이어스 회로에서 V_B[V]와 V_E[V]의 값으로 가장 옳은 것은? ($V_{BE}=0.7$[V], I_B는 무시한다.)

<보기>



① $V_B=5$[V], $V_E=4.3$[V]
② $V_B=5$[V], $V_E=5$[V]
③ $V_B=5$[V], $V_E=5.3$[V]
④ $V_B=5.3$[V], $V_E=4.7$[V]

정답 1번

출제 포인트

베이스 전류를 무시한 전압 분배 회로에서 베이스 전압 V_B를 구하고, $V_{BE} = V_B - V_E$의 관계로 이미터 전압 V_E를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 전압은 $+10V$, 분압 저항은 위아래 모두 $1k\Omega$, $V_{BE} = 0.7V$이다.
구해야 할 값: V_B와 V_E이다.
주의할 조건: 베이스 전류 I_B를 무시하므로 베이스가 전압 분배기를 부하로 작용하지 않는다. 따라서 $2k\Omega$와 500Ω는 이 두 전압을 구하는 계산에 사용하지 않는다.

사용할 공식

전압 분배식은
V_B=V_CCR_아래R_위+R_아래
이고, 베이스-이미터 전압의 정의는
$V_{BE} = V_B - V_E$
이다.
베이스 전류를 무시하면 두 $1k\Omega$ 저항에 같은 전류가 흐르므로 전압 분배식을 그대로 적용할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 베이스 전압은
$V_B = 10V \times \frac{1k\Omega}{1k\Omega + 1k\Omega} = 5V$
이다.
2. $V_{BE} = V_B - V_E = 0.7V$이므로
$V_E = V_B - V_{BE} = 5V - 0.7V = 4.3V$
이다.

선지 판단

① O — 분압 결과 $V_B = 5V$이고, 이미터 전압은 베이스 전압보다 $0.7V$ 낮은 $V_E = 4.3V$이므로 옳다.
② X — $V_E = 5V$는 주어진 베이스-이미터 전압 강하 $0.7V$를 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 $V_B = 5V$, $V_E = 4.3V$이다.
③ X — $V_E = 5.3V$는 이미터 전압을 베이스 전압보다 높게 잡아 $V_{BE} = V_B - V_E$의 극성을 거스르며, 전압 차도 주어진 $0.7V$가 아니다. 올바르게는 $V_E = V_B - 0.7V = 4.3V$이다.
④ X — 베이스 전류를 무시하면 같은 값의 두 분압 저항 때문에 V_B는 $5.3V$가 아니라 $5V$이다. 또한 V_E는 $4.7V$가 아니라 $V_B - 0.7V = 4.3V$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 $V_{BE} = V_B - V_E$의 부호와 주어진 $0.7V$ 전압 강하를 놓치는 것이다. 특히 ②는 전압 강하를 생략한 값이고, ③은 이미터 전압이 베이스 전압보다 높다고 잘못 판단하게 만든 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

베이스 전류를 무시하는 분압 바이어스 문제에서는 먼저 분압식으로 V_B를 구한 뒤, NPN 트랜지스터의 순방향 베이스-이미터 관계 $V_E = V_B - V_{BE}$를 적용한다.

암기 포인트

같은 저항 두 개의 분압점은 전원 전압의 절반이고, NPN 트랜지스터에서는 이미터 전압이 베이스 전압보다 V_{BE} 만큼 낮다.

NoteBase

12. 이상적인 연산 증폭기에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① 입력 임피던스가 0이다.
② 출력 임피던스가 0이다.
③ 전압 이득이 무한대이다.
④ 주파수 대역폭(BW)이 무한대이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 연산 증폭기의 입력 임피던스, 출력 임피던스, 전압 이득, 주파수 대역폭을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

이상적인 연산 증폭기는 입력에서 신호원에 전류 부담을 주지 않고, 출력에서 부하의 영향을 받지 않으며, 입력 전압 차를 제한 없이 증폭하고 모든 주파수 성분을 통과시킨다고 가정한 모형이다. 따라서 입력 임피던스는 ∞, 출력 임피던스는 0, 개방 루프 전압 이득은 ∞, 주파수 대역폭은 ∞이다.

선지별 해설

① X — '입력 임피던스가 0이다'가 틀린 표현이다. 이상적인 연산 증폭기는 입력 전류가 흐르지 않도록 입력 임피던스가 무한대이다. 올바르게는 '입력 임피던스가 ∞이다'이다.
② O — 이상적인 연산 증폭기의 출력 임피던스는 0이므로 부하에 관계없이 이상적인 전압원처럼 출력한다.
③ O — 이상적인 연산 증폭기의 개방 루프 전압 이득은 무한대이므로 아주 작은 차동 입력 전압도 크게 증폭한다고 가정한다.
④ O — 이상적인 연산 증폭기는 모든 주파수에서 동일하게 동작한다고 가정하므로 주파수 대역폭은 무한대이다.

오답 포인트

①에서 입력 임피던스와 출력 임피던스의 이상값을 서로 바꾼 것이 함정이다. 입력은 전류를 끌어가지 않아야 하므로 무한대이고, 출력은 부하에 영향을 받지 않아야 하므로 0이다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상적인 연산 증폭기는 '입력 전류는 0, 입력 임피던스는 ∞'라는 관계를 먼저 확인한 뒤, 출력 임피던스 0, 전압 이득과 대역폭 ∞를 적용해 판단한다.

NoteBase

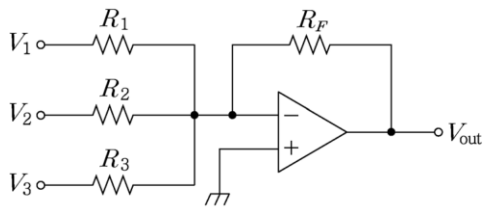
암기 포인트

이상적 연산 증폭기: 입력 임피던스·전압 이득·대역폭은 무한대, 출력 임피던스는 0이다.

NoteBase

13. <보기>의 연산 증폭기에서 $V_1 = 1\,[\mathrm{V}]$, $V_2 = 2\,[\mathrm{V}]$, $V_3 = 3\,[\mathrm{V}]$일 때, 출력 전압 $V_{\mathrm{out}}\,[\mathrm{V}]$로 가장 옳은 것은? (단, $R_1 = R_2 = R_3 = 1\,[\mathrm{k\Omega}]$, $R_F = 20\,[\mathrm{k\Omega}]$이다.)

<보기>



① $60\,[\mathrm{V}]$ ② $120\,[\mathrm{V}]$

③ $-60\,[\mathrm{V}]$ ④ $-120\,[\mathrm{V}]$

정답 4번

출제 포인트

반전 가산 증폭기의 출력식을 적용하여 여러 입력 전압의 가중합과 출력의 부호를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $V_1 = 1V, V_2 = 2V, V_3 = 3V, R_1 = R_2 = R_3 = 1k\Omega, R_F = 20k\Omega$이다.
구해야 할 값: 출력 전압 V_{out}이다.
주의할 조건: 비반전 입력 단자가 접지된 반전 가산 증폭기이므로 출력에는 음의 부호가 붙는다. 또한 R_F/R_i는 저항의 비이므로 $k\Omega$ 단위가 서로 소거된다.

사용할 공식

반전 가산 증폭기의 출력식은 다음과 같다.
$V_{out} = -R_F\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}\right)$
각 입력 전압이 반전 입력 단자에 저항을 거쳐 연결되고 출력에서 반전 입력 단자로 귀환 저항이 연결되어 있으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 각 입력에 대한 전압 이득의 크기는 동일하다.
$\frac{R_F}{R_1} = \frac{R_F}{R_2} = \frac{R_F}{R_3} = \frac{20k\Omega}{1k\Omega} = 20$
2. 입력 전압의 합은 $1V + 2V + 3V = 6V$이다.
3. 반전 부호를 포함하여 출력 전압을 계산한다.
$V_{out} = -20(1 + 2 + 3)V = -120V$

NoteBase

선지 판단

① X — $60V$는 계산 결과와 크기와 부호가 모두 다르다. 올바르게는 $-120V$이다.
② X — $120V$는 크기는 같지만 반전 증폭기의 음의 부호를 빠뜨린 값이다. 올바르게는 $-120V$이다.
③ X — $-60V$는 전압 이득의 크기를 10으로 잘못 적용한 값이다. 실제 저항비는 $R_F/R_i = 20$이므로 올바르게는 $-120V$이다.
④ O — 저항비 20과 입력 전압의 합 $6V$에 반전 부호를 적용하면 $V_{out} = -120V$가 된다.
계산 결과 $-120V$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

②의 $120V$는 입력 전압을 합하고 저항비 20을 곱한 뒤 반전 증폭기의 음의 부호를 누락할 때 선택하기 쉽다.
③의 $-60V$는 귀환 저항과 입력 저항의 비를 10으로 잘못 계산할 때 나오는 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

가산 증폭기에서는 먼저 반전 입력인지 확인하고, 각 입력에 대해 $-R_F/R_i$를 곱한 값을 모두 더한 뒤 부호와 저항비의 단위 소거를 검산한다.

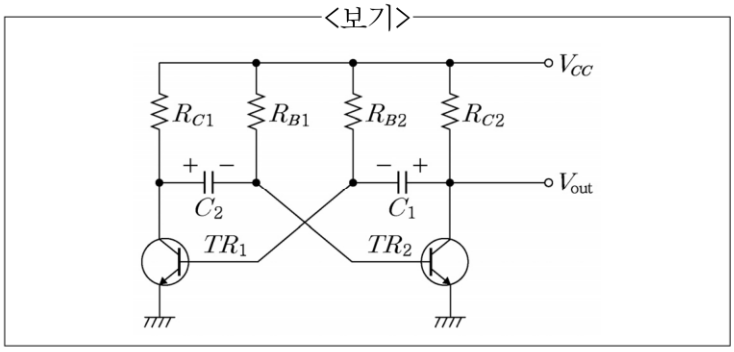
암기 포인트

반전 가산 증폭기는 '각 입력 × $-R_F/R_i$'의 합이며, 입력 저항이 모두 같으면 입력 전압의 합에 공통 이득 $-R_F/R_i$를 곱한다.

NoteBase

14. <보기>와 같은 회로의 명칭으로 가장 옳은 것은?

<보기>



① 비안정 멀티바이브레이터
② 단안정 멀티바이브레이터
③ 쌍안정 멀티바이브레이터
④ 슈미트 트리거 회로

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 두 트랜지스터의 컬렉터와 반대편 베이스가 두 커패시터 C_1, C_2로 교차 결합된 구조를 보고 비안정 멀티바이브레이터를 식별하는 문제이다. 이 회로는 커패시터의 충·방전에 따라 두 트랜지스터의 도통 상태가 계속 번갈아 바뀌므로 안정 상태가 없다.

선지별 해설

① O — 비안정 멀티바이브레이터는 안정 상태가 없고 두 스위칭 상태를 스스로 반복한다. 그림처럼 각 컬렉터가 커패시터를 통해 반대편 베이스에 교차 결합된 대칭 구조가 이에 해당한다.
② X — 단안정 멀티바이브레이터는 하나의 안정 상태와 하나의 준안정 상태를 가지며, 외부 트리거를 받은 뒤 일정 시간이 지나 안정 상태로 돌아온다. 그림은 외부 트리거 없이 두 상태가 계속 교대하므로 '단안정 멀티바이브레이터'가 아니라 '비안정 멀티바이브레이터'이다.
③ X — 쌍안정 멀티바이브레이터는 두 개의 안정 상태를 가지며 외부 입력이 들어올 때 상태가 전환되는 기억 회로이다. 그림은 두 커패시터의 충·방전 때문에 어느 상태에도 머물지 않으므로 '쌍안정 멀티바이브레이터'가 아니라 '비안정 멀티바이브레이터'이다.
④ X — 슈미트 트리거 회로는 서로 다른 두 문턱 전압을 갖는 히스테리시스 특성으로 입력 파형을 정형하는 회로이다. 그림은 입력 문턱을 비교하는 구조가 아니라 두 트랜지스터가 커패시터로 교차 결합되어 자발적으로 발진하는 구조이므로 '슈미트 트리거 회로'가 아니라 '비안정 멀티바이브레이터'이다.

NoteBase

오답 포인트

‘두 개의 트랜지스터가 교차 결합되어 있다’는 사실만 보고 쌍안정 회로로 판단하기 쉽다. 이 문항의 결정적 단서는 두 컬렉터와 반대편 베이스 사이에 커패시터 C_1, C_2가 모두 연결되어 있다는 점이다. 두 커패시터의 충·방전이 도통 상태를 계속 뒤집으므로 비안정 회로가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

교차 결합 소자를 먼저 확인한다. 양쪽 결합 경로가 모두 커패시터이면 안정 상태 없이 자발적으로 발진하는 비안정형, 안정 상태가 하나이면 단안정형, 안정 상태가 둘이고 외부 입력으로 상태를 바꾸면 쌍안정형으로 판단한다.

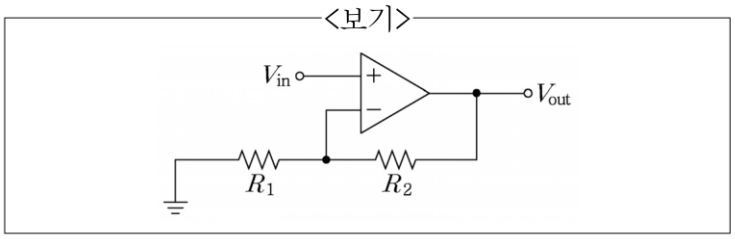
암기 포인트

양쪽 커패시터 교차 결합 → 안정 상태 0개 → 비안정 멀티바이브레이터이다.

NoteBase

15. <보기>와 같은 회로에서의 전압 이득은?
(단, $R_1 = 22\,[\mathrm{k}\Omega]$, $R_2 = 44\,[\mathrm{k}\Omega]$이다.)

<보기>



① 0.5 ② 1
③ 2 ④ 3

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 비반전 연산증폭기의 폐루프 전압 이득을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R_1 = 22\text{k}\Omega$, $R_2 = 44\text{k}\Omega$이다.
구해야 할 값: 전압 이득 $A_v = V_{out}/V_{in}$이다.
주의할 조건: 입력 V_{in}이 연산증폭기의 비반전 입력(+)에 연결되고, 출력이 R_2를 통해 반전 입력(-)으로 되먹임되므로 비반전 증폭기 회로이다.

사용할 공식

$A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1}$
비반전 증폭기는 반전 입력 단자의 저항 분압망에 음의 되먹임이 걸리므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 저항의 비를 구하면 $R_2/R_1 = (44\text{k}\Omega)/(22\text{k}\Omega) = 2$이다. 같은 단위끼리 나누므로 단위는 소거된다.
2. 비반전 증폭기의 전압 이득은 $A_v = 1 + 2 = 3$이다.
3. 따라서 $V_{out} = 3V_{in}$이므로 전압 이득은 3이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0.5는 $R_1/R_2 = 22/44$만 계산한 값이다. 저항비의 방향과 비반전 증폭기의 $+1$ 항을 모두 잘못 적용한 값이며, 올바른 전압 이득은 3이다.
② X — 1은 회로를 전압 팔로어처럼 보아 저항에 의한 되먹임 비를 무시한 값이다. 이 회로는 R_1과 R_2가 있으므로 올바른 전압 이득은 3이다.
③ X — 2는 R_2/R_1만 계산하고 비반전 증폭기 공식의 $+1$을 빠뜨린 값이다. 올바르게는 $1 + R_2/R_1 = 3$이다.
④ O — $1 + R_2/R_1 = 1 + 44/22 = 3$이므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

반전 증폭기의 이득 크기 R_2/R_1과 비반전 증폭기의 이득 $1 + R_2/R_1$을 혼동하기 쉽다. 이 회로에서는 입력이 (+) 단자에 들어가므로 $+1$을 포함해야 하며, ③의 2가 아니라 ④의 3이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 입력 신호가 (+) 단자와 (-) 단자 중 어디에 연결되는지 확인한다. (+) 단자에 입력되고 (-) 단자에 저항 되먹임망이 있으면 비반전 증폭기이므로 $1 + R_2/R_1$을 적용한 뒤 저항 단위가 소거되는지 검산한다.

암기 포인트

비반전 증폭기: $A_v = 1 + R_2/R_1$, 즉 저항비에 반드시 1을 더한다.

NoteBase

16. npn 저주파 전력용 트랜지스터 모델로 가장 옳은 것은?

① 2SA562 ② 2SB1928

③ 2SC1959 ④ 2SD292

정답 4번

출제 포인트

트랜지스터 모델명에서 접합형의 극성과 사용 영역을 구분하여 npn 저주파 전력용 소자를 찾는 문제이다.

핵심 개념

저주파 전력용 트랜지스터는 오디오 주파수대 등의 저주파 신호를 다루면서 비교적 큰 전류와 전력을 제어하는 소자이다. 일본식 2S 계열 명칭에서는 A·B 계열이 pnp, C·D 계열이 npn이며, 이 가운데 D 계열이 저주파 전력용 npn 트랜지스터를 나타낸다. 모델명의 뒤 숫자는 같은 계열 안에서 개별 소자를 구별한다.

선지별 해설

① X — 2SA562의 A 계열은 pnp형이므로 npn이라는 조건에 맞지 않는다. 틀린 부분은 '2SA'이며, npn 저주파 전력용 계열로 고치면 '2SD'이다.

② X — 2SB1928의 B 계열은 저주파용이지만 pnp형이므로 극성이 반대이다. 틀린 부분은 '2SB'이며, npn 저주파 전력용 계열로 고치면 '2SD'이다.

③ X — 2SC1959는 npn형 고주파용 소자이므로 문제에서 요구한 저주파 전력용 모델이 아니다. 틀린 부분은 '2SC1959'이며, 해당 조건에 맞는 모델은 '2SD292'이다.

④ O — 2SD292는 npn형 저주파 전력용 트랜지스터이므로 극성, 주파수 영역, 전력 용도의 세 조건을 모두 만족한다.

오답 포인트

③의 2SC1959도 npn형이라는 점만 보고 고르기 쉽다. 이 문제에서는 npn 여부뿐 아니라 '저주파 전력용'까지 함께 확인해야 하며, 2SC1959는 저전력 소자이고 2SD292가 전력용 소자이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 A·B는 pnp, C·D는 npn으로 극성을 판별한 뒤, 남은 후보 중 저주파 전력용에 해당하는 D 계열과 실제 전력용 모델을 고른다.

암기 포인트

npn 저주파 전력용은 2SD 계열이며, 이 문항의 해당 모델은 2SD292이다.

NoteBase

17. <보기>에서 불 대수의 정리와 법칙을 바른 것으로만 나열한 것은?

<보기>

ㄱ. $A \cdot A = A$
ㄴ. $A \cdot \overline{A} = 1$
ㄷ. $A + \overline{A} = 0$
ㄹ. $A \cdot (B + C) = (A \cdot B) + (A \cdot C)$
ㅁ. $A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot C$

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ, ㅁ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ

정답 2번

출제 포인트

불 대수의 멱등법칙, 보수법칙, 분배법칙을 구별하여 옳은 식만 고르는 문제이다.

핵심 개념

멱등법칙: 같은 변수를 AND 또는 OR로 반복해도 값은 그대로이므로 $A \cdot A = A$, $A + A = A$이다.
보수법칙: 변수와 그 보수는 동시에 1일 수 없고 둘 중 하나는 반드시 1이므로 $A \cdot \overline{A} = 0$, $A + \overline{A} = 1$이다.
분배법칙: $A \cdot (B + C) = (A \cdot B) + (A \cdot C)$이고, 쌍대식은 $A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$이다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 멱등법칙에 따라 옳지만, ㄴ의 $A \cdot \overline{A} = 1$이 틀렸다. 올바른 식은 $A \cdot \overline{A} = 0$이므로 'ㄱ, ㄴ'이 아니라 ㄱ만 옳다.
② O — ㄱ의 $A \cdot A = A$는 멱등법칙이고, ㄹ의 $A \cdot (B + C) = (A \cdot B) + (A \cdot C)$는 분배법칙이므로 둘 다 옳다.
③ X — 'ㄴ, ㄷ, ㅁ이 옳다'는 판단이 틀렸다. 올바르게는 ㄴ이 $A \cdot \overline{A} = 0$, ㄷ이 $A + \overline{A} = 1$, ㅁ이 $A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$이며, 제시된 ㄴ · ㄷ · ㅁ은 모두 옳지 않다.
④ X — 'ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ이 모두 옳다'는 판단이 틀렸다. ㄱ과 ㄹ만 옳고, ㄴ · ㄷ · ㅁ은 각각 $A \cdot \overline{A} = 0$, $A + \overline{A} = 1$, $A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

ㄴ과 ㄷ은 보수 연산의 결과 0과 1을 서로 바꾼 함정이다. ㅁ은 분배할 때 두 번째 괄호의 $A + C$를 빠뜨리고 단순히 $(A + B) \cdot C$로 만든 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 보수쌍은 AND이면 0, OR이면 1로 판정한다. 이어 같은 변수의 반복은 그대로인지 확인하고, 분배식에서는 $A + (B \cdot C)$가 $(A + B) \cdot (A + C)$처럼 두 괄호 모두에 A를 포함하는지 확인한다.

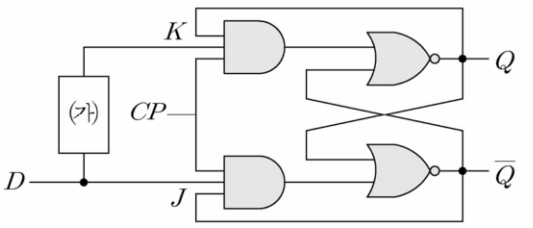
암기 포인트

보수는 AND 0·OR 1, 멱등은 그대로, OR의 곱 분배는 $A + BC = (A + B)(A + C)$이다.

NoteBase

18. <보기>는 'D 플립플롭'의 논리회로이다. ㈎에 들어갈 게이트로 가장 옳은 것은?

<보기>



① AND 게이트
② OR 게이트
③ NOT 게이트
④ NAND 게이트

정답 3번

출제 포인트

JK 플립플롭으로 D 플립플롭을 구성할 때 입력 관계를 판단하는 문제이다. D 플립플롭은 클록이 유효할 때 다음 상태가 입력 D와 같아야 하므로 $J = D, K = \overline{D}$가 되어야 한다. 그림에서 J에는 D가 직접 연결되어 있으므로 (가)는 D를 반전하여 K에 공급하는 NOT 게이트이다.

선지별 해설

① X — AND 게이트는 입력 D를 항상 반전시키지 못하므로 필요한 $K = \overline{D}$ 관계를 만들 수 없다. 틀린 표현 'AND 게이트'는 'NOT 게이트'로 고쳐야 한다.
② X — OR 게이트도 입력 D의 보수를 출력하는 소자가 아니므로 D 플립플롭의 입력 조건을 만족하지 못한다. 틀린 표현 'OR 게이트'는 'NOT 게이트'로 고쳐야 한다.
③ O — NOT 게이트는 D를 반전하여 $K = \overline{D}$를 만든다. 따라서 D=1이면 J=1, K=0이 되어 세트되고, D=0이면 J=0, K=1이 되어 리셋되므로 다음 상태가 D와 같아진다.
④ X — NAND 게이트는 두 입력을 모두 D에 묶으면 반전기로 사용할 수 있지만, 그림의 (가)는 D를 받아 곧바로 K에 보수 신호를 주는 게이트를 묻고 있으므로 직접적인 답은 NOT 게이트이다. 틀린 표현 'NAND 게이트'는 'NOT 게이트'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

④의 NAND 게이트도 입력을 서로 묶으면 NOT 동작을 할 수 있다는 점이 함정이다. 그러나 회로에 NAND의 두 입력을 D에 함께 연결한 구성이 제시되지 않았고, (가)에 요구되는 기능 자체가 D의 반전이므로 가장 옳은 것은 NOT 게이트이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

JK 플립플롭을 D 플립플롭으로 바꾸는 문제에서는 먼저 다음 상태가 D와 같아야 한다는 조건을 세운다. 그다음 D=1일 때 세트되도록 J=1, K=0, D=0일 때 리셋되도록 J=0, K=1을 대응시키면 $J = D, K = \overline{D}$가 바로 나온다.

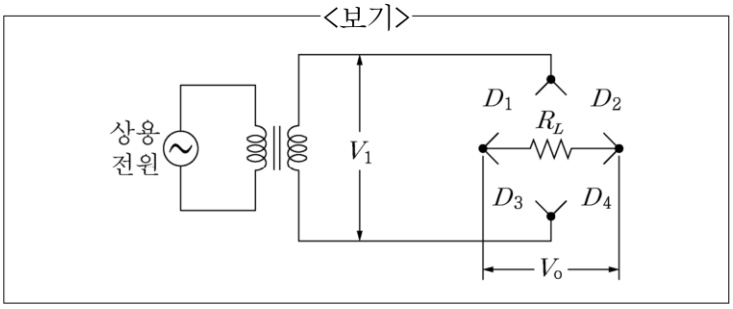
암기 포인트

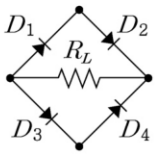
JK에서 D 동작을 만들 때는 J에는 D를 그대로, K에는 D의 보수를 넣는다: $J = D, K = \overline{D}$.

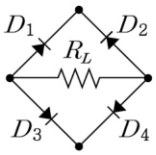
NoteBase

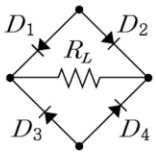
19. <보기>의 브리지 정류회로에서 $D_1 \sim D_4$까지의 회로 구성으로 가장 옳은 것은?

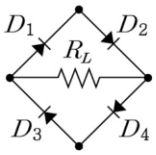
<보기>



① 

② 

③ 

④ 

정답 1번

출제 포인트

브리지 정류회로에서는 교류 입력의 어느 단자가 양(+)이 되더라도 부하 R_L의 전류가 항상 같은 방향으로 흘러야 한다. 그림의 V_o 기준에 맞으려면 부하 전류가 오른쪽 단자에서 왼쪽 단자로 흐르도록 다이오드를 배치해야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 위쪽 입력 단자가 양(+)인 반주기에는 $D_2 \rightarrow R_L \rightarrow D_3$, 아래쪽 입력 단자가 양(+)인 반주기에는 $D_4 \rightarrow R_L \rightarrow D_1$의 경로가 형성된다. 두 반주기 모두 R_L의 전류가 오른쪽에서 왼쪽으로 흘러 표시된 V_o 방향과 일치한다.

② X — 네 다이오드의 방향이 ①과 모두 반대이므로 두 반주기 모두 부하 전류가 왼쪽에서 오른쪽으로 흐른다. 이는 그림에 표시된 V_o의 기준 방향과 반대이다. 올바르게는 네 다이오드의 방향을 모두 뒤집어 ①처럼 구성해야 한다.

③ X — 위쪽의 D_1, D_2는 위쪽 교류 단자에서 양쪽 부하 단자로 향하고, 아래쪽의 D_3, D_4도 아래쪽 교류 단자에서 양쪽 부하 단자로 향한다. 따라서 어느 반주기에도 부하를 거쳐 반대쪽 교류 단자로 돌아가는 폐회로가 만들어지지 않는다. 올바르게는 왼쪽 부하 단자에서 교류 입력 쪽으로 돌아가는 D_1, D_3의 방향을 ①처럼 바꾸어야 한다.

④ X — 위쪽 입력이 양(+)일 때 D_2와 D_4, 아래쪽 입력이 양(+)일 때 D_3와 D_1이 부하를 우회하는 도통 경로를 만든다. 이 때문에 R_L에 정상적인 전파정류 전류가 흐르지 않는다. 올바르게는 D_3, D_4의 방향을 뒤집어 ①처럼 구성해야 한다.

오답 포인트

다이오드 화살표처럼 보이는 방향만 개별적으로 맞추면 ②나 ④를 고르기 쉽다. 핵심은 각 반주기마다 실제 폐회로를 하나씩 그려 보고, 두 경로에서 부하 전류의 방향이 같은지와 그 방향이 표시된 V_o의 기준에 맞는지를 함께 확인하는 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 위쪽 교류 단자가 양(+)인 경우의 도통 경로를 추적하고, 다음으로 아래쪽 교류 단자가 양(+)인 경우를 추적한다. 두 경우 모두 전류가 양(+)인 입력 단자에서 출발하여 다이오드, R_L, 다른 다이오드를 거쳐 음(-)인 입력 단자로 돌아오며, R_L에서는 같은 방향으로 흘러야 한다.

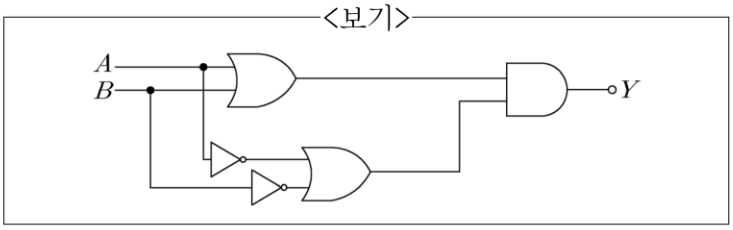
암기 포인트

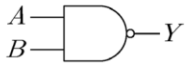
브리지 정류기는 반주기마다 두 다이오드가 도통하고, 부하 전류의 방향은 항상 같다. 이 회로에서는 $D_2 - D_3$, $D_4 - D_1$이 번갈아 도통한다.

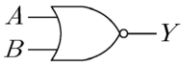
NoteBase

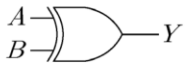
20. <보기>의 논리 회로와 동일한 기능을 수행하는 논리 게이트의 기호로 가장 옳은 것은?

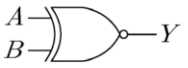
<보기>



① 

② 

③ 

④ 

정답 3번

출제 포인트

논리 회로의 각 게이트 출력을 부울식으로 나타내고 간소화하여 동일한 기능의 게이트를 찾는 문제이다. 위쪽 OR 게이트의 출력은 $A + B$, 아래쪽 OR 게이트의 출력은 $A + B$이다.

선지별 해설

① X

①은 NAND 게이트로, 두 입력이 모두 1일 때만 0을 출력한다. 제시된 회로는 입력이 서로 다를 때 1을 출력하므로 NAND가 아니다. 틀린 게이트명 NAND → 올바르게는 XOR 게이트이다.

② X

②는 NOR 게이트로, 두 입력이 모두 0일 때만 1을 출력한다. 제시된 회로의 출력 조건과 다르다. 틀린 게이트명 NOR → 올바르게는 XOR 게이트이다.

③ O

마지막 AND 게이트의 입력을 곱하면 $Y = (A + B)(\bar{A} + \bar{B}) = A\bar{B} + \bar{A}B = A \oplus B$가 된다. 따라서 A와 B가 서로 다를 때만 1을 출력하는 XOR 게이트와 동일하다.

④ X

④는 XNOR 게이트로, 두 입력이 서로 같을 때 1을 출력한다. 이는 제시된 회로의 XOR 출력과 반대이다. 틀린 게이트명 XNOR → 올바르게는 XOR 게이트이다.

NoteBase

오답 포인트

아래쪽 두 NOT 게이트 때문에 아래 OR 출력이 $A + B$가 된다는 점이 핵심이다. 또한 출력선 끝의 작은 원은 출력 단자 표시이며 마지막 AND 게이트의 출력 반전을 뜻하는 버블이 아니다. 이를 반전 버블로 보면 XNOR인 ④로 잘못 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 중간선을 차례로 식으로 바꾼 뒤 마지막 게이트의 연산을 적용한다. 결과가 $AB + AB$이면 서로 다른 입력에서만 1이므로 XOR, 그 전체가 반전되면 XNOR로 판단한다.

암기 포인트

서로 다르면 XOR: $A \oplus B = AB + AB$이다.

NoteBase