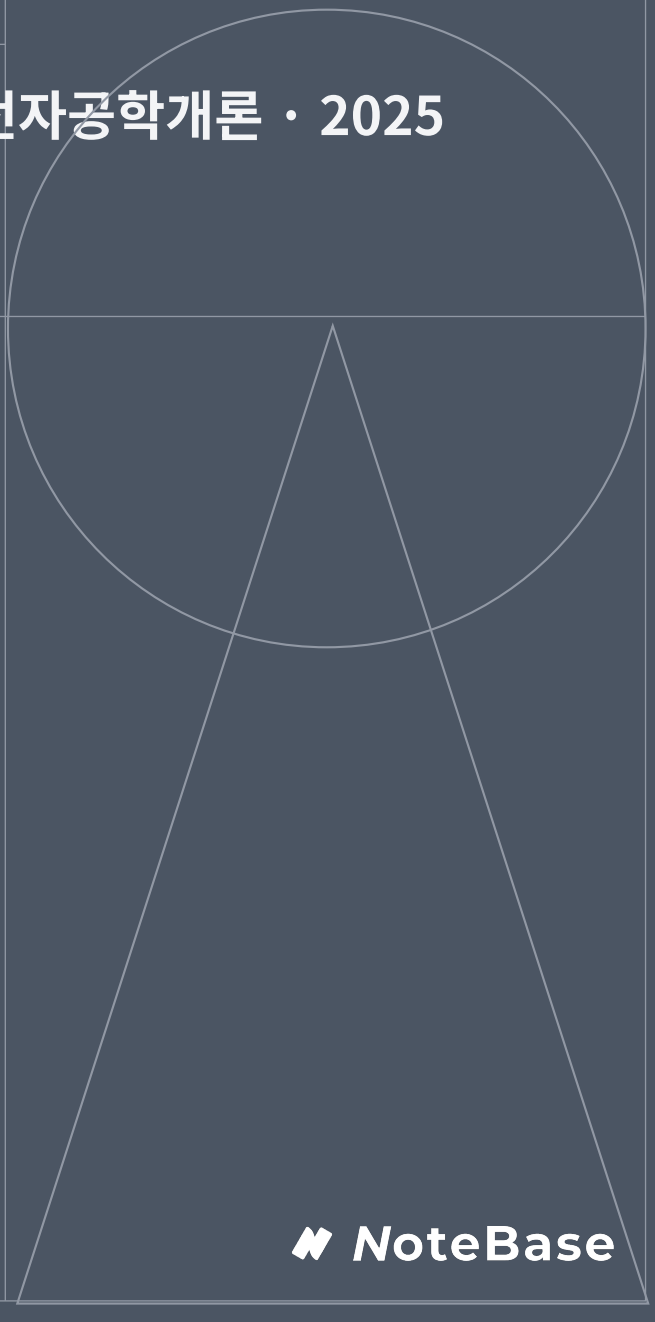
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전자공학개론 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 전자공학개론 · 2025

공무원/서울시/9급 경력 · 전자공학개론 · 2025

1. <보기>의 설명에 해당하는 에너지 대역으로 가장 옳은 것은?

<보기>

전자가 들어갈 자리는 많으나 평상시에는 전자가 거의 존재하지 않는 에너지 대역이다. 에너지를 받은 전자가 이 에너지 대역으로 올라오면 원자핵의 구속에서 벗어나 자유로이 돌아다닐 수 있는 자유전자가 되어 전기가 흐를 수 있게 된다.

① 전도대 ② 허용대
③ 가전자대 ④ 에너지 간격

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 전자가 원자핵의 구속에서 벗어나 전류를 운반할 수 있게 되는 에너지 대역을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

전도대: 전자가 이 대역에 올라가면 원자에 속박되지 않고 자유롭게 이동하여 전류에 기여할 수 있는 에너지 대역이다.
가전자대: 평상시 원자의 가전자들이 채우고 있는 에너지 대역으로, 이곳의 전자는 원자에 결합된 상태이다.
에너지 간격: 가전자대와 전도대 사이에서 전자가 가질 수 있는 허용 에너지 상태가 없는 영역이다.
허용대는 전자가 존재할 수 있는 에너지 대역을 통칭하며, 가전자대와 전도대가 모두 이에 포함된다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 전도대에는 전자가 들어갈 수 있는 상태가 많고, 전자가 에너지를 받아 이 대역으로 올라가면 자유전자가 되어 전류를 운반할 수 있다. 보기의 설명과 정확히 일치한다.
② X — 틀린 표현은 '허용대'이다. 허용대는 전자가 존재할 수 있는 에너지 대역 전체를 가리키는 포괄적 용어이다. 보기처럼 자유전자가 되어 전류에 기여하는 대역은 구체적으로 전도대이다.
③ X — 틀린 표현은 '가전자대'이다. 가전자대의 전자는 평상시 원자에 결합되어 있으며, 에너지를 받아 전도대로 올라가야 자유롭게 이동할 수 있다. 따라서 올바른 표현은 전도대이다.
④ X — 틀린 표현은 '에너지 간격'이다. 에너지 간격에는 전자가 차지할 수 있는 허용 에너지 상태가 없으므로 '전자가 들어갈 자리는 많다'는 설명과 반대이다. 올바른 표현은 전도대이다.

오답 포인트

'전자가 존재할 수 있다'는 넓은 의미의 허용대와 '자유전자가 되어 전류를 운반한다'는 전도대를 혼동하기 쉽다. 보기의 결정적 표현은 '원자핵의 구속에서 벗어나 자유로이 돌아다닌다'이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자에너지 대역 문제에서는 전자의 상태를 확인한다. 원자에 결합된 전자는 가전자대, 자유롭게 이동하여 전류에 기여하는 전자는 전도대, 전자가 존재할 수 없는 구간은 에너지 간격으로 판단한다.

암기 포인트

가전자대는 결합 전자, 전도대는 자유전자, 에너지 간격은 허용 상태가 없는 영역이다.

NoteBase

2. SSB-SC 변조의 주파수 스펙트럼에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?
① 반송파와 한쪽 측파대만을 포함한다.
② 반송파와 양쪽 측파대를 포함한다.
③ 반송파 없이 한쪽 측파대만을 포함한다.
④ 반송파 없이 양쪽 측파대를 포함한다.

정답 3번

출제 포인트

SSB-SC 변조의 주파수 스펙트럼에서 반송파가 억압되는지와 측파대가 몇 개 남는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

SSB-SC는 단측파대 억압 반송파 변조로, 반송파 성분을 제거하고 상측파대 또는 하측파대 중 한쪽 측파대만 전송하는 방식이다.
일반적인 진폭변조는 반송파와 양쪽 측파대를 포함하지만, SSB-SC는 정보가 중복된 두 측파대 가운데 하나만 남겨 대역폭과 송신 전력을 줄인다.

선지별 해설

① X
반송파를 포함한다는 표현이 틀리다. SSB-SC에서는 반송파를 억압하므로, 올바르게는 반송파 없이 한쪽 측파대만 포함한다.

② X
반송파와 양쪽 측파대를 모두 포함한다는 표현이 틀리다. 이는 일반적인 전반송파 진폭변조의 스펙트럼에 해당하며, SSB-SC는 반송파 없이 한쪽 측파대만 포함한다.

③ O
SSB-SC는 반송파 성분을 억압하고 상측파대 또는 하측파대 중 하나만 남기므로 옳다.

④ X
양쪽 측파대를 포함한다는 표현이 틀리다. 반송파 없이 양쪽 측파대를 포함하는 방식은 DSB-SC이며, SSB-SC는 반송파 없이 한쪽 측파대만 포함한다.

NoteBase

오답 포인트

SSB와 DSB를 혼동하면 ④를 고르기 쉽다. SC는 반송파 억압, SSB는 한쪽 측파대만 전송한다는 두 조건을 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

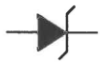
변조 방식의 이름을 나누어 판단한다. SC가 붙으면 반송파가 없고, SSB가 붙으면 상측파대와 하측파대 중 하나만 남는다.

암기 포인트

SSB-SC는 반송파 0개, 측파대 1개이다.

NoteBase

3. 다이오드의 명칭과 회로 기호를 옳게 짝지은 것은?

	다이오드 명칭	회로 기호
①	가변 용량(버랙터) 다이오드	
②	수광(포토) 다이오드	
③	정전압(제너) 다이오드	
④	정류 다이오드	

정답 1번

출제 포인트

다이오드의 종류를 구별하는 핵심은 기본 다이오드 기호에 덧붙은 평행판, 빛의 화살표, 음극선의 변형을 확인하는 것이다. ①은 음극 쪽에 축전기의 평행판이 표시되어 가변 용량(버랙터) 다이오드를 나타낸다.

선지별 해설

① O — 다이오드의 음극 쪽에 축전기를 뜻하는 두 평행선이 붙어 있으므로 가변 용량(버랙터) 다이오드의 기호이다. 역바이어스 전압에 따라 접합 용량이 달라지는 소자이다.

② X — 화살표가 다이오드에서 바깥쪽으로 향하므로 빛을 내보내는 발광 다이오드(LED)의 기호이다. 틀린 표현 '수광(포토) 다이오드'는 '발광 다이오드(LED)'로 고쳐야 한다. 수광 다이오드는 빛이 들어오는 것을 나타내도록 화살표가 다이오드 쪽을 향한다.

③ X — 음극선에 짧은 보조선이 덧붙은 이 기호는 터널 다이오드의 기호이다. 틀린 표현 '정전압(제너) 다이오드'는 '터널 다이오드'로 고쳐야 한다. 제너 다이오드는 ④처럼 음극선의 양 끝이 서로 반대 방향으로 꺾인 기호를 사용한다.

④ X — 음극선의 위아래 끝이 서로 반대 방향으로 꺾여 있으므로 정전압(제너) 다이오드의 기호이다. 틀린 표현 '전류 다이오드'는 '정전압(제너) 다이오드'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

②에서는 원 안의 다이오드보다 화살표 방향이 핵심이다. 바깥쪽 화살표는 발광, 안쪽 화살표는 수광을 뜻한다. ③과 ④에서는 음극선의 작은 변형을 놓치기 쉬운데, ④의 서로 반대 방향으로 꺾인 음극선이 제너 다이오드의 식별 표지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 기본 다이오드 기호 오른쪽의 음극선을 본다. 평행판이면 버랙터, 꺾인 음극선이면 제너 계열을 판단한다. 빛 화살표가 있으면 방향을 확인하여 바깥쪽은 LED, 안쪽은 포토다이오드로 구분한다.

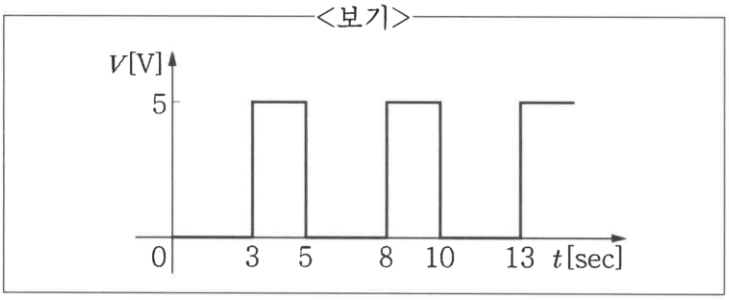
NoteBase

암기 포인트

평행판은 용량, 화살표 밖은 발광·안은 수광, 꺾인 음극선은 제너이다.

4. <보기> 파형의 듀티비 $D[\%]$로 가장 옳은 것은?

<보기>



① 20 ② 30

③ 40 ④ 50

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 펄스의 한 주기에서 신호가 켜져 있는 시간의 비율로 듀티비를 계산하는 문제이다.

조건 정리

펄스는 $t = 3sec$에서 켜져 $t = 5sec$에서 꺼지므로 켜짐 시간은 $T_{on} = 2sec$이다. 다음 펄스는 $t = 8sec$에서 시작하므로 주기는 $T = 8 - 3 = 5sec$이다. 파형의 높이 $5V$는 듀티비 계산에 사용하지 않는다.

사용할 공식

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

듀티비는 한 주기 중 신호가 높은 상태로 유지되는 시간의 비율이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

$T_{on} = 5 - 3 = 2sec$

$T = 8 - 3 = 5sec$

$D[\%] = \frac{2}{5} \times 100 = 40$

따라서 듀티비는 40%이다.

NoteBase

선지 판단

① 20 — X
한 주기의 켜짐 시간을 1sec로 잘못 읽어야 나오는 값이다. 실제 켜짐 시간은 2sec이므로 20%가 아니라 40%이다.

② 30 — X
파형에서 읽은 $T_{on} = 2sec$, $T = 5sec$를 공식에 대입하면 30%가 될 수 없다. 올바른 값은 40%이다.

③ 40 — O
$D = (2/5) \times 100 = 40$이므로 옳다.

④ 50 — X
켜짐 시간과 꺼짐 시간이 같을 때의 값이지만, 이 파형은 2sec 동안 켜지고 3sec 동안 꺼진다. 따라서 50%가 아니라 40%이다.

오답 포인트

펄스의 높이 5V나 첫 상승 시각 3sec를 듀티비에 직접 대입하는 것이 함정이다. 듀티비는 전압 크기나 시작 시각이 아니라 반복 주기 5sec에 대한 켜짐 시간 2sec의 비율이다.

다시 나오면 이렇게 판단

연속한 두 상승 에지의 시간 차로 주기 T를 구하고, 한 펄스의 상승 에지부터 하강 에지까지로 T_{on}을 구한 뒤 T_{on}/T에 100을 곱한다.

암기 포인트

듀티비는 한 주기 중 켜져 있는 시간의 비율이다: $D = (T_{on}/T) \times 100$.

NoteBase

5. <보기>에서 사인파 발진 회로에 해당하는 것을 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. RC 발진 회로	ㄴ. LC 발진 회로
ㄷ. 수정 발진 회로	ㄹ. 펄스 발진 회로

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

사인파를 만드는 발진 회로와 펄스파를 만드는 발진 회로를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

RC 발진 회로: 저항과 커패시터로 이루어진 주파수 선택 회로를 이용하여 사인파를 발생시키는 회로이다.
LC 발진 회로: 인덕터와 커패시터의 공진을 이용하여 사인파를 발생시키는 회로이다.
수정 발진 회로: 수정 진동자의 압전 효과와 높은 선택도를 이용하여 주파수가 안정된 사인파를 발생시키는 회로이다.
펄스 발진 회로: 스위칭이나 충·방전 동작으로 구형파·펄스파와 같은 비정현파를 발생시키는 회로이므로 사인파 발진 회로에 해당하지 않는다.

선지별 해설

① X — ㄱ의 RC 발진 회로와 ㄴ의 LC 발진 회로는 맞지만, 사인파 발진 회로인 ㄷ의 수정 발진 회로가 빠져 있다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.
② X — ㄹ의 펄스 발진 회로를 포함한 부분이 틀렸고, 사인파 발진 회로인 ㄴ의 LC 발진 회로와 ㄷ의 수정 발진 회로가 빠져 있다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.
③ O — ㄱ의 RC 발진 회로, ㄴ의 LC 발진 회로, ㄷ의 수정 발진 회로는 모두 사인파 발진 회로이다.
④ X — ㄹ의 펄스 발진 회로를 포함하고 ㄱ의 RC 발진 회로를 제외한 부분이 틀렸다. 펄스 발진 회로는 비정현파를 발생시키므로, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.

오답 포인트

'발진 회로'라는 공통점만 보고 펄스 발진 회로까지 포함하기 쉽다. 이 문항의 핵심 조건은 단순한 발진 여부가 아니라 출력 파형이 사인파인지 여부이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

회로 이름을 본 뒤 출력 파형을 기준으로 분류한다. RC·LC·수정 발진 회로는 사인파 발진 회로로, 펄스 발진 회로는 구형파·펄스파를 만드는 비정현파 발진 회로로 판단한다.

암기 포인트

사인파 발진은 RC·LC·수정, 비정현파 발진은 펄스이다.

NoteBase

6. 비동기식 3비트 2진 상향 카운터를 설계하고자 할 때 필요한 플립플롭의 최소 개수와 해당 카운터가 나타낼 수 있는 최대 상태 개수로 옳은 것은?

	최소 개수[개]	최대 상태 개수[개]
①	2	3
②	2	8
③	3	3
④	3	8

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 3비트 2진 카운터에 필요한 플립플롭 수와 표현 가능한 상태 개수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 비동기식 3비트 2진 상향 카운터
구해야 할 값: 플립플롭의 최소 개수와 최대 상태 개수
주의할 조건: 비동기식 여부는 플립플롭의 연결·동작 방식에 관한 것이며, 비트 수와 상태 개수의 관계는 바뀌지 않는다.

사용할 공식

n비트 2진 카운터에 필요한 플립플롭의 최소 개수는 n개이고, 최대 상태 개수는 2^n개이다.

각 플립플롭이 1비트를 저장하므로 3비트를 나타내려면 플립플롭 3개가 필요하며, 각 비트가 0 또는 1의 두 값을 가지므로 전체 조합 수는 2^3으로 계산한다.

계산 과정

1. 3비트를 저장하려면 비트마다 플립플롭 1개가 필요하므로 최소 플립플롭 수는 3개이다.
2. 최대 상태 개수는 $2^3 = 8$개이다.
3. 상태는 000부터 111까지이며, 십진수 상태값으로는 0부터 7까지 총 8개이다.

NoteBase

선지 판단

① X — '최소 개수 2개, 최대 상태 3개'는 모두 틀리다. 플립플롭 2개로는 2비트, 즉 최대 $2^2 = 4$개 상태만 표현한다. 올바르게는 최소 3개, 최대 8개이다.
② X — '최소 개수 2개'가 틀리다. 최대 상태 8개는 맞지만, 3비트를 저장하려면 플립플롭은 최소 3개여야 한다. 올바르게는 최소 3개, 최대 8개이다.
③ X — '최대 상태 3개'가 틀리다. 플립플롭 최소 개수 3개는 맞지만, 3비트의 최대 상태 개수는 $2^3 = 8$개이다. 올바르게는 최소 3개, 최대 8개이다.
④ O — 플립플롭 최소 개수는 3개이고 최대 상태 개수는 $2^3 = 8$개이므로 두 값이 모두 맞다.

오답 포인트

비트 수 3을 상태 개수로 착각하거나, 최대 상태값 7과 상태 개수 8을 혼동하기 쉽다. 3비트 상태는 000~111, 즉 0~7이지만 0도 하나의 상태이므로 모두 8개이다.

다시 나오면 이렇게 판단

n비트 카운터에서는 먼저 플립플롭 수를 n개로 정하고, 이어서 상태 개수를 2^n개로 계산한다. 상향·하향 또는 동기식·비동기식이라는 조건은 이 두 개수 자체를 바꾸지 않는다.

암기 포인트

n비트 카운터는 플립플롭 n개, 상태 2^n개이다.

NoteBase

7. <보기>의 설명에 해당하는 펄스 회로의 종류는?

<보기>

- 히스테리시스 특성을 갖는 비교기이다.
- 잡음이 섞여서 신호가 불안정한 경우 이를 제거할 때 사용하거나 파형 정형, 펄스폭 변조 등에 사용된다.
- 히스테리시스 특성은 출력 전압이 LOW에서 HIGH로 변할 때의 레벨과 HIGH에서 LOW로 변할 때의 레벨이 서로 다른 현상을 나타낸다.

① 비안정 멀티바이브레이터 회로
② 단안정 멀티바이브레이터 회로
③ 슈밋 트리거 회로
④ 삼각파 발생 회로

정답 3번

출제 포인트

히스테리시스를 이용하여 잡음이 섞인 입력을 안정적인 펄스 신호로 바꾸는 회로를 식별하는 문제이다.

핵심 개념

슈미트 트리거 회로는 입력이 상승할 때와 하강할 때 서로 다른 문턱 전압에서 출력 상태를 전환하는 비교 회로이다. 이 두 문턱 전압의 차이가 히스테리시스이며, 문턱 부근의 작은 잡음 때문에 출력이 반복해서 흔들리는 현상을 억제한다.
비안정 멀티바이브레이터는 안정 상태 없이 두 상태를 계속 오가며 구형파를 발생시키고, 단안정 멀티바이브레이터는 하나의 안정 상태를 가지며 외부 트리거에 따라 일정 시간만 준안정 상태에 머무는 원샷 회로이다. 삼각파 발생 회로는 일정한 기울기로 상승·하강하는 삼각파를 만드는 회로이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 비안정 멀티바이브레이터 회로는 안정 상태가 없고 자발적으로 상태를 반복 전환하여 주기적인 구형파를 발생시킨다. 틀린 표현은 '비안정 멀티바이브레이터'이며, 제시된 특징에 맞는 회로는 슈미트 트리거 회로이다.
② X — 단안정 멀티바이브레이터 회로는 하나의 안정 상태를 가지며 트리거가 들어오면 일정 시간 동안만 다른 상태를 유지한 뒤 복귀한다. 틀린 표현은 '단안정 멀티바이브레이터'이며, 서로 다른 두 문턱 전압으로 히스테리시스를 만드는 회로는 슈미트 트리거 회로이다.
③ O — 슈미트 트리거 회로는 상승 입력과 하강 입력에 서로 다른 전환 문턱을 두어 히스테리시스를 형성한다. 이 특성으로 잡음이 섞인 신호를 안정화하고 파형 정형이나 펄스폭 변조 등에 활용할 수 있으므로 보기의 설명과 일치한다.
④ X — 삼각파 발생 회로는 출력이 일정한 기울기로 상승하고 하강하는 삼각파를 생성하는 회로이다. 틀린 표현은 '삼각파 발생 회로'이며, 잡음 제거와 파형 정형을 위해 히스테리시스를 사용하는 회로는 슈미트 트리거 회로이다.

오답 포인트

'출력 상태가 두 개로 바뀐다'는 공통점만 보고 멀티바이브레이터를 고르기 쉽다. 이 문항의 결정적 표현은 상승 시 문턱과 하강 시 문턱이 서로 다르다는 것이며, 이는 슈미트 트리거의 히스테리시스를 뜻한다.

다시 나오면 이렇게 판단

히스테리시스, 서로 다른 상·하 전환 문턱, 잡음 제거, 파형 정형이 함께 제시되면 슈미트 트리거로 판단한다. 안정 상태의 개수나 자발적 발진이 핵심이면 멀티바이브레이터를 검토한다.

암기 포인트

슈미트 트리거는 두 문턱으로 잡음에 흔들리지 않는 출력을 만든다.

NoteBase

8. 맥류 속에 포함된 교류 성분을 제거하여 직류에 가깝게 만들어 주는 회로로 가장 옳은 것은?
① 변압 회로
② 평활 회로
③ 정전압 안정화 회로
④ 정류 회로

정답 2번

출제 포인트

맥류에 남아 있는 교류 성분인 리플을 줄여 직류에 가까운 파형으로 만드는 회로를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

정류 회로는 교류를 한 방향으로 흐르는 맥류로 바꾸고, 평활 회로는 맥류의 리플을 줄여 더 일정한 직류에 가깝게 만든다. 정전압 안정화 회로는 입력이나 부하가 변해도 출력 전압을 일정하게 유지하며, 변압 회로는 교류 전압의 크기를 바꾼다.
핵심 구분은 정류가 방향 변환, 평활이 리플 제거, 정전압 안정화가 전압 유지라는 점이다.

선지별 해설

① X — 변압 회로는 교류 전압의 크기를 높이거나 낮추는 회로이므로 맥류의 교류 성분을 제거하는 회로가 아니다. 틀린 표현은 '변압 회로'이며, 올바르게는 '평활 회로'이다.
② O — 평활 회로는 커패시터나 인덕터 등을 이용하여 맥류에 포함된 리플을 줄이고 직류에 가까운 파형으로 만든다.
③ X — 정전압 안정화 회로는 입력 전압이나 부하가 변할 때 출력 전압을 일정하게 유지하는 회로로, 맥류의 교류 성분을 제거하는 기본 기능을 묻는 답이 아니다. 틀린 표현은 '정전압 안정화 회로'이며, 올바르게는 '평활 회로'이다.
④ X — 정류 회로는 교류를 한 방향의 맥류로 바꾸는 회로이며, 정류 후에도 리플이 남는다. 틀린 표현은 '정류 회로'이며, 올바르게는 정류된 맥류의 리플을 줄이는 '평활 회로'이다.

오답 포인트

정류 회로가 교류를 직류로 바꾼다는 표현만 떠올리면 ④를 고르기 쉽다. 그러나 정류 직후의 출력은 완전히 일정한 직류가 아니라 리플이 있는 맥류이며, 이 리플을 줄이는 단계가 평활이다.

다시 나오면 이렇게 판단

교류의 방향을 한쪽으로 바꾸는 기능은 정류, 정류된 맥류의 요동을 줄이는 기능은 평활, 출력 전압의 일정한 값을 유지하는 기능은 정전압 안정화로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

정류는 한 방향, 평활은 매끈하게, 정전압 안정화는 일정하게이다.

NoteBase

9. 2진수 $(10110010)_2$를 그레이 코드로 옳게 변환한 것은?

① 11101011 ② 11001101

③ 11101010 ④ 01001101

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 2진수의 최상위 비트는 그대로 두고, 서로 인접한 두 비트를 XOR하여 그레이 코드로 변환하는 원리를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 2진수 10110010_2
구해야 할 값: 이에 대응하는 8비트 그레이 코드
주의할 조건: 최상위 그레이 비트는 2진수의 최상위 비트와 같고, 이후 각 비트는 현재 2진 비트와 바로 앞의 2진 비트를 XOR하여 구한다.

사용할 공식

2진 비트를 왼쪽부터 $b_7, b_6, \ldots, b_0$, 그레이 코드 비트를 $g_7, g_6, \ldots, g_0$라 하면
$g_7 = b_7, \qquad g_i = b_{i+1} \oplus b_i \quad (i = 0, 1, \ldots, 6)$
이 공식을 쓰는 이유는 이진수에서 그레이 코드로 변환할 때 최상위 비트를 보존하고, 나머지 자리를 인접한 원래 비트의 변화 여부로 나타내기 때문이다. XOR 결과는 두 비트가 다르면 1, 같으면 0이다.

계산 과정

입력 비트는 왼쪽부터 1, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0이다.
최상위 비트: $g_7 = 1$
인접 비트의 XOR: $1 \oplus 0 = 1$, $0 \oplus 1 = 1$, $1 \oplus 1 = 0$, $1 \oplus 0 = 1$, $0 \oplus 0 = 0$, $0 \oplus 1 = 1$, $1 \oplus 0 = 1$
따라서 그레이 코드는 11101011이다.

선지 판단

① O — 11101011은 최상위 비트 1과 인접 비트 XOR 결과 1, 1, 0, 1, 0, 1, 1을 순서대로 이은 값이므로 옳다.
② X — 11001101의 왼쪽에서 세 번째 비트 0이 틀렸다. 해당 비트는 입력의 0과 1을 XOR한 $0 \oplus 1 = 1$이어야 하므로, 올바른 변환값은 11101011이다.
③ X — 11101010의 마지막 비트 0이 틀렸다. 마지막 비트는 입력의 마지막 두 비트 1과 0을 XOR한 $1 \oplus 0 = 1$이어야 하므로, 올바른 변환값은 11101011이다.
④ X — 01001101의 최상위 비트 0부터 틀렸다. 그레이 코드의 최상위 비트는 입력의 최상위 비트 1을 그대로 사용하므로, 올바른 변환값은 11101011이다.

NoteBase

오답 포인트

입력 비트끼리 인접 XOR해야 하는데, 직전에 계산한 그레이 비트와 다음 입력 비트를 연쇄적으로 XOR하면 잘못된 값이 나온다. 또한 최상위 비트에는 XOR를 적용하지 않고 입력의 최상위 비트를 그대로 쓴다는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

맨 왼쪽 비트는 그대로 적고, 그다음부터는 원래 2진수에서 서로 이웃한 두 비트가 다르면 1, 같으면 0을 차례로 적는다. 마지막에는 결과의 비트 수가 입력과 같은지도 확인한다.

암기 포인트

그레이 변환은 ‘맨 앞은 그대로, 이후는 원래 비트끼리 인접 XOR’이다.

NoteBase

10. <보기>와 같은 특징을 가지는 전력 증폭 회로는?

<보기>

- 입력 신호의 180°에 대해서는 선형적으로 동작하고, 나머지 180°에 대해서는 차단되도록 바이어스된 증폭 회로이다.
- 입력 신호의 반주기 동안만 출력 신호가 나온다.
- 트랜지스터를 푸시-풀(push-pull)로 구성하여 사용한다.

① A급 전력 증폭 회로
② B급 전력 증폭 회로
③ C급 전력 증폭 회로
④ AB급 전력 증폭 회로

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 전력 증폭 회로를 트랜지스터의 전도각과 동작 방식으로 구분하는 문제이다.

핵심 개념

A급은 한 소자가 입력 신호의 전 주기인 360° 동안 동작하는 증폭 방식이다.
B급은 한 소자가 입력 신호의 반주기인 180° 동안만 동작하도록 차단점에 바이어스하는 증폭 방식이며, 보통 두 소자를 푸시-풀로 구성하여 각 반주기를 번갈아 증폭한다.
AB급은 전도각이 180°보다 크고 360°보다 작은 증폭 방식이다.
C급은 전도각이 180°보다 작은 증폭 방식이다.
전도각 대비: A급은 360°, B급은 180°, AB급은 180° 초과 360° 미만, C급은 180° 미만이다.

선지별 해설

① X — A급 전력 증폭 회로는 트랜지스터가 180°가 아니라 전체 주기인 360° 동안 동작한다. 틀린 표현은 'A급'이며, 보기의 특성에 맞는 표현은 'B급 전력 증폭 회로'이다.
② O — B급 전력 증폭 회로는 각 트랜지스터가 180° 동안만 동작하고 나머지 180° 동안 차단된다. 두 트랜지스터를 푸시-풀로 구성하면 각각 양의 반주기와 음의 반주기를 맡아 전체 출력 파형을 만든다.
③ X — C급 전력 증폭 회로는 전도각이 180°보다 작으므로 보기의 '반주기인 180° 동안 출력'과 일치하지 않는다. 틀린 표현은 'C급'이며, 올바르게는 'B급 전력 증폭 회로'이다.
④ X — AB급 전력 증폭 회로는 각 트랜지스터의 전도각이 180°보다 크고 360°보다 작으므로 정확히 반주기만 출력한다는 조건과 다르다. 틀린 표현은 'AB급'이며, 올바르게는 'B급 전력 증폭 회로'이다.

NoteBase

오답 포인트

‘푸시-풀’이라는 구성만 보고 AB급과 혼동하기 쉽다. B급과 AB급 모두 푸시-풀 구성이 가능하지만, 보기에서 각 트랜지스터가 정확히 반주기인 180° 동안만 동작하고 나머지 반주기에는 차단된다고 한 점이 B급을 결정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 한 트랜지스터가 동작하는 전도각을 확인한다. 전도각이 360°이면 A급, 정확히 180°이면 B급, 180° 초과 360° 미만이면 AB급, 180° 미만이면 C급으로 판단한다.

암기 포인트

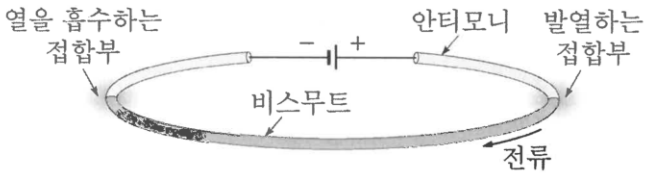
A급 360°, B급 180°, AB급은 180°와 360° 사이, C급은 180° 미만이다. B급 푸시-풀은 두 소자가 반주기씩 나누어 맡는다.

NoteBase

11. <보기>가 설명하고 있는 열전 효과는?

<보기>

- 종류가 다른 두 금속을 접속하여 전류를 흐르게 하면 접속점에서 열이 발생하거나 흡수된다.
- 전류의 방향을 반대로 하면 발열부는 흡수부로, 흡수부는 발열부로 바뀐다.



① 전계 효과
② 톰슨 효과
③ 펠티에 효과
④ 제벡 효과

정답 3번

출제 포인트

서로 다른 두 금속의 접합부에 전류를 흘릴 때 접합부에서 열을 흡수하거나 방출하는 현상을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

펠티에 효과는 서로 다른 두 도체의 접합부에 전류가 흐르면 한 접합부는 열을 흡수하고 다른 접합부는 열을 방출하는 열전 현상이다. 전류의 방향을 반대로 하면 흡열부와 발열부도 서로 바뀐다.
펠티에 효과는 전류가 온도 차를 만드는 현상이고, 제백 효과는 두 접합부의 온도 차가 기전력을 만드는 현상이다.
톰슨 효과는 온도 구배가 있는 하나의 균질한 도체에 전류가 흐를 때 가역적으로 열을 흡수하거나 방출하는 현상이다.

선지별 해설

① X — 전계 효과는 전기장에 의해 반도체 등의 전도도나 전류가 제어되는 현상이다. 접합부의 흡열·발열을 뜻한다는 점이 틀렸으며, 올바르게는 펠티에 효과이다.
② X — 톰슨 효과는 온도 구배가 있는 하나의 균질한 도체에 전류가 흐를 때 도체 내부에서 열을 흡수하거나 방출하는 현상이다. 서로 다른 두 금속의 접합부에서 나타나는 현상이라는 점이 틀렸으며, 올바르게는 펠티에 효과이다.
③ O — 펠티에 효과는 서로 다른 두 금속의 접합부에 전류를 흘릴 때 한 접합부가 흡열하고 다른 접합부가 발열하며, 전류 방향을 바꾸면 두 접합부의 역할도 바뀌는 현상이다. 보기의 설명과 정확히 일치한다.
④ X — 제백 효과는 서로 다른 두 금속의 두 접합부에 온도 차를 주면 기전력이 발생하는 현상이다. 전류를 흘려 접합부에서 흡열·발열이 생긴다는 점이 틀렸으며, 올바르게는 펠티에 효과이다.

NoteBase

오답 포인트

③의 펠티에 효과와 ④의 제백 효과는 모두 열전 효과이지만 원인과 결과가 반대이다. 보기처럼 전류를 먼저 흘려 냉각과 가열이 생기면 펠티에 효과이고, 온도 차를 먼저 주어 기전력이 생기면 제백 효과이다.

다시 나오면 이렇게 판단

문장에서 무엇을 입력하고 무엇이 생기는지를 확인한다. 전류 입력에서 흡열·발열이 생기면 펠티에 효과, 온도 차 입력에서 기전력이 생기면 제백 효과, 온도 구배가 있는 단일 도체 내부의 흡열·발열이면 톰슨 효과로 판단한다.

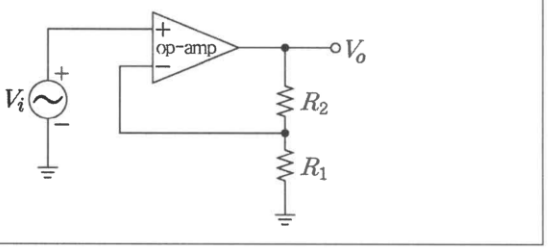
암기 포인트

펠티에는 전류에서 냉각·가열, 제백은 온도 차에서 기전력이다.

NoteBase

12. <보기>는 이상적인 연산 증폭기 회로를 나타낸 것이다. 전압 이득 A_v의 값은? (단, $R_1=1[\mathrm{k\Omega}]$이고 $R_2=10[\mathrm{k\Omega}]$이며, 반전일 경우 음수(−)로 표시한다.)

<보기>



① −11 ② −10
③ 10 ④ 11

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 비반전 연산증폭기 회로를 판별하고 저항비로 전압 이득 A_V를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R_1 = 1k\Omega, R_2 = 10k\Omega$이다.
구해야 할 값: $A_V = V_o/V_i$이다.
주의할 조건: 입력 V_i가 연산증폭기의 비반전 입력 단자 (+)에 연결되어 있으므로 출력은 입력과 동상이며 이득은 양수이다.

사용할 공식

비반전 증폭기의 전압 이득은 다음과 같다.
$A_V = 1 + \frac{R_2}{R_1}$
이상적인 연산증폭기에 음의 되먹임이 걸리면 $V_+ = V_-$이고 입력 전류는 0이다. 반전 입력 단자에는 출력 전압을 R_2와 R_1로 분압한 전압이 걸리므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 저항비를 계산하면 $R_2/R_1 = 10k\Omega/(1k\Omega) = 10$이다.
2. 비반전 증폭기 공식에 대입하면 다음과 같다.
$A_V = 1 + \frac{10k\Omega}{1k\Omega} = 1 + 10 = 11$
3. 입력이 비반전 단자에 인가되므로 반전이 없으며 전압 이득은 +11이다.

NoteBase

선지 판단

① X — -11은 크기만 11로 계산한 뒤 반전 증폭기로 잘못 판단하여 음수를 붙인 값이다. 올바르게는 비반전 회로이므로 $+11$이다.
② X — -10은 $-R_2/R_1$을 적용한 반전 증폭기 이득이다. 올바르게는 $1 + R_2/R_1 = 11$이다.
③ X — 10은 저항비 R_2/R_1만 계산하고 비반전 이득의 $+1$을 빠뜨린 값이다. 올바르게는 $1 + 10 = 11$이다.
④ O — 비반전 증폭기의 이득 $1 + R_2/R_1$에 주어진 저항값을 대입하면 $A_v = 11$이 된다.

오답 포인트

회로의 입력이 어느 단자에 연결되었는지를 먼저 확인해야 한다. 이 문제에서 V_i는 $(+)$ 단자에 연결되어 있으므로 반전 증폭기의 $-R_2/R_1$이 아니라 비반전 증폭기의 $1 + R_2/R_1$을 적용한다. 특히 ③의 10은 $+1$을 누락한 대표적인 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

연산증폭기 이득 문제는 입력 연결 단자로 반전·비반전을 구분한 뒤, 비반전이면 $1 + R_2/R_1$, 반전이면 $-R_f/R_{in}$을 적용하고 마지막에 부호와 저항비를 검산한다.

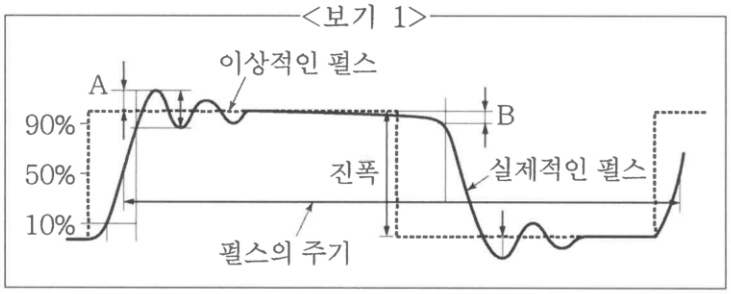
암기 포인트

비반전 증폭기는 부호가 양수이고 이득은 $1 + R_2/R_1$이다.

NoteBase

13. <보기 1>은 실제적인 펄스 파형을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. A는 오버슈트(overshoot)이다.
ㄴ. B는 펄스의 HIGH 레벨 구간에서 기울어진 정도를 나타내는 새그(sag)이다.
ㄷ. 펄스의 상승시간은 진폭의 0%가 되는 부분에서 90%가 되는 부분까지 상승하는 데 걸리는 시간이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

실제 펄스 파형에서 오버슈트, 새그, 상승시간의 표시 위치와 정의를 구별하는 문제이다. 그림에서 A는 HIGH 레벨을 순간적으로 넘어선 최대 돌출량이고, B는 HIGH 레벨 구간이 기울어지며 감소한 정도를 나타낸다.

선지별 해설

① O — ㄱ과 ㄴ은 옳고 ㄷ은 틀리므로 옳은 설명을 모두 고른 조합이다. A는 상승 직후 정상 HIGH 레벨을 초과한 오버슈트이고, B는 HIGH 레벨 구간의 처짐인 새그이다. 상승시간은 0%에서 90%가 아니라 10%에서 90%까지 변하는 데 걸리는 시간이다.

② X — ㄷ을 포함하고 ㄴ을 제외한 점이 틀리다. ㄷ의 '0%가 되는 부분에서 90%가 되는 부분까지'는 '10%가 되는 부분에서 90%가 되는 부분까지'로 고쳐야 하며, 옳은 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

③ X — 틀린 ㄷ을 포함하고 옳은 ㄱ을 제외하였다. A는 오버슈트가 맞고, 상승시간은 진폭의 10% 지점부터 90% 지점까지의 시간으로 고쳐야 한다. 옳은 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

④ X — ㄷ까지 옳다고 본 점이 틀리다. ㄱ의 오버슈트와 ㄴ의 새그는 옳지만, ㄷ의 상승시간 시작점은 0%가 아니라 10%이다. 따라서 옳은 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

NoteBase

오답 포인트

상승시간을 파형이 처음 상승하기 시작한 순간부터 재는 것으로 착각하기 쉽다. 실제 펄스의 완만한 시작 부분과 잡음의 영향을 피하기 위해 상승시간은 일반적으로 진폭의 10% 지점과 90% 지점 사이로 정의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

정상 HIGH 레벨 위로 순간적으로 튀면 오버슈트, HIGH 레벨 유지 구간이 시간에 따라 처지면 새그로 판단한다. 상승시간의 두 기준점은 10%와 90%인지 확인한다.

암기 포인트

위로 튐은 오버슈트, HIGH 구간의 처짐은 새그, 상승시간은 10%에서 90%이다.

NoteBase

14. <보기>의 3변수 카르노도를 통해 논리식을 간소화하였더니 Y=A+C가 도출되었을 때, '1'이 표시되어야 하는 곳을 모두 고른 것은?

<보기>

A \ BC	00	01	11	10
0	㉠	1	㉡	㉢
1	1	1	㉣	1

① ㉠, ㉡　② ㉡, ㉣
③ ㉡, ㉢, ㉣　④ ㉠, ㉡, ㉢, ㉣

정답 2번

출제 포인트

간소화된 논리식 $Y = A + C$에 카르노도의 각 행·열 변수값을 대입하여 미지 셀이 0인지 1인지 판정하는 문제이다.

조건 정리

행은 $A = 0, 1$, 열은 그레이 코드 순서인 $BC = 00, 01, 11, 10$이다. 논리합 +는 두 입력 중 하나라도 1이면 1이므로, $Y = A + C$에서 B는 출력값에 영향을 주지 않는다.

사용할 공식

$Y = A + C$이다. 따라서 $A = 1$인 아래 행은 C와 관계없이 모두 1이고, $A = 0$인 위 행에서는 $Y = C$가 된다. 각 미지 셀의 A와 C를 이 식에 대입하면 표시할 값을 정할 수 있다.

계산 과정

1. ㄱ은 $A = 0, BC = 00$이므로 $C = 0$이고, $Y = 0 + 0 = 0$이다.
2. ㄴ은 $A = 0, BC = 11$이므로 $C = 1$이고, $Y = 0 + 1 = 1$이다.
3. ㄷ은 $A = 0, BC = 10$이므로 $C = 0$이고, $Y = 0 + 0 = 0$이다.
4. ㄹ은 $A = 1, BC = 11$이므로 $Y = 1 + 1 = 1$이다.

따라서 1이 표시되어야 하는 곳은 ㄴ과 ㄹ이다.

NoteBase

선지 판단

① X — ㄱ, ㄴ: ㄴ은 1이지만 ㄱ은 $A=0, C=0$이므로 0이다. 올바르게는 ㄱ을 제외하고 ㄴ과 ㄹ을 골라야 한다.
② O — ㄴ, ㄹ: ㄴ은 $C=1$이어서 1이고, ㄹ은 $A=1$이어서 1이다. 1인 미지 셀을 모두 포함한다.
③ X — ㄴ, ㄷ, ㄹ: ㄴ과 ㄹ은 1이지만 ㄷ은 $A=0, C=0$이므로 0이다. 올바르게는 ㄷ을 제외한 ㄴ과 ㄹ이다.
④ X — ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ: ㄱ과 ㄷ은 모두 $A=0, C=0$이므로 0이다. 올바르게는 ㄱ과 ㄷ을 제외한 ㄴ과 ㄹ이다.

오답 포인트

열 표기가 이진수 순서가 아니라 00,01,11,10의 그레이 코드 순서라는 점이 함정이다. 또한 식에 B가 없으므로 같은 A, C 조합에서는 B가 달라도 출력이 같다는 점을 놓치면 ㄱ이나 ㄷ까지 1로 잘못 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

카르노도 각 셀의 행·열에서 변수값을 먼저 읽고 간소화된 식에 직접 대입한다. 식에 없는 변수는 무시하고, 논리합에서는 어느 항이든 1이면 출력이 1인지 확인한다.

암기 포인트

$A + C$는 $A=1$인 셀 전체와 $C=1$인 셀 전체가 1이다.

NoteBase

15. 출력 전압이 항상 입력 전압보다 높은 값을 가지며, '승압형 컨버터'라고 불리는 비절연형 스위칭 모드 전원 회로는?

① 벅(buck) 컨버터
② 부스트(boost) 컨버터
③ 스텝다운(step-down) 컨버터
④ 벅부스트(buck-boost) 컨버터

정답 2번

출제 포인트

입력 전압보다 높은 출력 전압을 만드는 비절연형 DC-DC 컨버터의 명칭을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

부스트(boost) 컨버터는 직류 입력 전압을 더 높은 직류 출력 전압으로 변환하는 승압형 컨버터이다. 이상적인 연속 전도 모드에서는 듀티비를 D라 할 때 $V_o = V_i/(1 - D)$이므로 $0 < D < 1$에서 $V_o > V_i$가 된다.
벅(buck) 컨버터는 출력 전압을 입력 전압보다 낮추는 강압형 컨버터이고, 벅-부스트(buck-boost) 컨버터는 듀티비에 따라 출력 전압의 크기를 입력보다 높이거나 낮출 수 있는 승강압형 컨버터이다.

선지별 해설

① X — 벅(buck) 컨버터는 출력 전압을 입력 전압보다 낮추는 강압형 회로이다. 틀린 표현은 '승압형'에 해당하는 회로를 벅 컨버터로 본 부분이며, 올바르게는 '강압형 컨버터'이다.
② O — 부스트(boost) 컨버터는 입력 전압보다 높은 출력 전압을 만드는 승압형 비절연 DC-DC 컨버터이므로 문제의 조건과 일치한다.
③ X — 스텝다운(step-down) 컨버터는 명칭 그대로 출력 전압을 낮추는 회로이며 벅 컨버터와 같은 강압형이다. 틀린 표현은 '출력이 항상 입력보다 높다'는 조건에 스텝다운 컨버터를 대응한 부분이며, 올바르게는 '출력이 입력보다 낮은 강압형 컨버터'이다.
④ X — 벅-부스트(buck-boost) 컨버터는 승압과 강압이 모두 가능하므로 출력이 항상 입력보다 높다고 할 수 없다. 틀린 표현은 '항상 입력 전압보다 높은 승압형'으로 한정한 부분이며, 올바르게는 '입력보다 높거나 낮은 출력 전압을 만들 수 있는 승강압형 컨버터'이다.

오답 포인트

'buck-boost'에 boost라는 말이 들어 있다는 이유로 ④를 고르는 것이 함정이다. 문제의 결정적 표현은 '항상 입력 전압보다 높은 값'과 '승압형'이며, 이에 해당하는 것은 부스트 컨버터이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

출력과 입력 전압의 크기를 먼저 비교한다. $V_o < V_i$이면 벅, $V_o > V_i$이면 부스트, 두 방향의 변환이 모두 가능하면 벅-부스트로 판단한다.

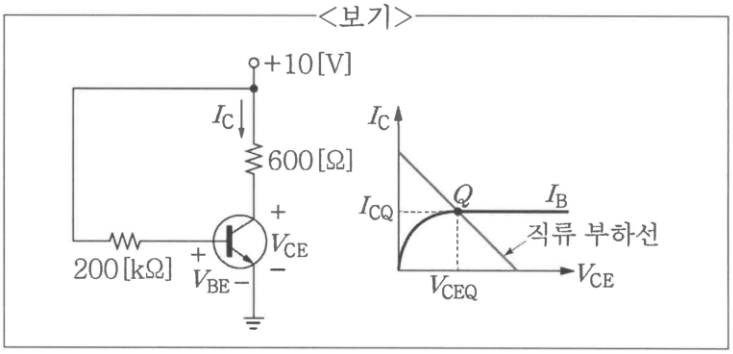
암기 포인트

Buck은 낮추고, Boost는 높이며, Buck-Boost는 높이거나 낮춘다.

NoteBase

16. <보기>와 같은 고정(베이스) 바이어스 회로에서 동작점 Q의 I_{CQ}[mA], V_{CEQ}[V] 값은? (단, 얼리효과는 없으며, $\beta_{DC}=100$, $V_{BE}=0.7$[V]이다.)

<보기>



	I_{CQ}[mA]	V_{CEQ}[V]
①	4.65	3.6
②	4.65	7.21
③	9.3	3.6
④	9.3	7.21

정답 2번

출제 포인트

고정 바이어스 회로에서 베이스 전류를 먼저 구한 뒤 전류이득으로 컬렉터 전류를 계산하고, 컬렉터 저항의 전압 강하를 빼서 동작점의 I_{CQ}와 V_{CEQ}를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $V_{CC}=10V$, $R_B=200k\Omega$, $R_C=600\Omega$, $\beta_{DC}=100$, $V_{BE}=0.7V$이다.
구해야 할 값: I_{CQ}와 V_{CEQ}이다.
주의할 조건: 이미터가 접지되어 있고 얼리 효과가 없으므로 $I_C=\beta_{DC}I_B$, $V_{CE}=V_{CC}-I_CR_C$를 적용한다.

사용할 공식

$I_B=\frac{V_{CC}-V_{BE}}{R_B}$
$I_{CQ}=\beta_{DC}I_B$
$V_{CEQ}=V_{CC}-I_{CQ}R_C$
베이스 저항이 전원과 베이스 사이에 연결된 고정 바이어스 회로이므로 첫 번째 식으로 베이스 전류를 구한다. 그 전류에 직류 전류이득을 곱하면 컬렉터 전류가 되고, 컬렉터 저항의 전압 강하를 전원 전압에서 빼면 컬렉터-이미터 전압이 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 베이스 전류를 계산한다.
$I_B = \frac{10 - 0.7}{200 \times 10^3} = 46.5\mu A$
2. 컬렉터 전류를 계산한다.
$I_{CQ} = 100 \times 46.5\mu A = 4.65mA$
3. 컬렉터 저항의 전압 강하와 컬렉터-이미터 전압을 계산한다.
$I_{CQ}R_C = (4.65mA)(600\Omega) = 2.79V$
$V_{CEQ} = 10 - 2.79 = 7.21V$
따라서 동작점은 $(I_{CQ}, V_{CEQ}) = (4.65mA, 7.21V)$이다.

선지 판단

① X — $I_{CQ} = 4.65mA$는 맞지만 $V_{CEQ} = 3.6V$가 틀리다. 올바른 값은 $V_{CEQ} = 7.21V$이다.
② O — 계산 결과가 $I_{CQ} = 4.65mA$, $V_{CEQ} = 7.21V$이므로 두 값이 모두 일치한다.
③ X — $I_{CQ} = 9.3mA$와 $V_{CEQ} = 3.6V$가 모두 틀리다. 올바른 값의 쌍은 $I_{CQ} = 4.65mA$, $V_{CEQ} = 7.21V$이다. 같은 베이스 전류에서 $9.3mA$가 되려면 주어진 값과 달리 $\beta_{DC} = 200$이어야 한다.
④ X — $V_{CEQ} = 7.21V$는 맞지만 $I_{CQ} = 9.3mA$가 틀리다. 올바른 컬렉터 전류는 $I_{CQ} = 4.65mA$이다.

오답 포인트

베이스 전류를 구할 때 V_{CC} 전체가 아니라 베이스-이미터 전압 $V_{BE} = 0.7V$를 뺀 전압이 R_B에 걸린다. 또한 V_{CEQ}는 전원 전압에서 컬렉터 저항의 전압 강하 $I_{CQ}R_C$를 뺀 값이다. 전류 계산과 전압 계산에서 서로 다른 선지의 값을 조합하면 ① 또는 ④를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

고정 바이어스 회로는 $I_B = (V_{CC} - V_{BE})/R_B \rightarrow I_C = \beta I_B \rightarrow V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$의 순서로 계산한다. 마지막에는 $I_C R_C + V_{CE} = V_{CC}$가 성립하는지 검산한다.

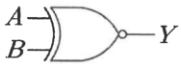
암기 포인트

고정 바이어스의 동작점은 '베이스 전류 → 컬렉터 전류 → 컬렉터 전압' 순서이다. I_B에서는 V_{BE}를 빼고, V_{CE}에서는 $I_C R_C$를 뺀다.

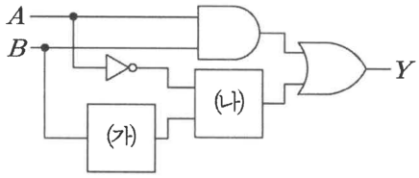
NoteBase

17. <보기 1>의 XNOR 게이트와 동일하게 동작하기 위한 회로 설계인 <보기 2>의 (가)와 (나)에 들어가야 할 게이트를 옳게 짝지은 것은?

<보기 1>



<보기 2>



	(가)	(나)
①	버퍼	OR 게이트
②	버퍼	AND 게이트
③	NOT 게이트	OR 게이트
④	NOT 게이트	AND 게이트

정답 4번

출제 포인트

XNOR 게이트의 논리식 $Y = AB + \overline{A}\overline{B}$를 두 개의 곱항으로 나누어 회로의 각 게이트를 판단하는 문제이다. 위쪽 AND 게이트가 AB를 만들므로, 아래쪽 가지는 $\overline{A}\overline{B}$를 만들어야 한다.

선지별 해설

① X — (가)가 버퍼이면 B가 그대로 출력되고, (나)가 OR 게이트이면 아래쪽 출력은 $\overline{A} + B$가 된다. 따라서 전체 출력은 $AB + (\overline{A} + B) = \overline{A} + B$가 되어 XNOR과 다르다. 틀린 조합이며, (가)는 NOT 게이트, (나)는 AND 게이트여야 한다.

② X — (가)가 버퍼이고 (나)가 AND 게이트이면 아래쪽 출력은 $\overline{A}B$이다. 전체 출력은 $AB + \overline{A}B = B$가 되므로 XNOR이 아니다. 틀린 '버퍼'는 'NOT 게이트'로 고쳐야 한다.

③ X — (가)가 NOT 게이트이면 $\overline{B}$를 만들지만, (나)가 OR 게이트이면 아래쪽 출력은 $\overline{A} + \overline{B}$가 된다. 전체 출력 $AB + \overline{A} + \overline{B}$는 모든 입력 조합에서 1이므로 XNOR이 아니다. 틀린 'OR 게이트'는 'AND 게이트'로 고쳐야 한다.

④ O — (가)의 NOT 게이트가 B를 반전하여 $\overline{B}$를 만들고, (나)의 AND 게이트가 이미 반전된 $\overline{A}$와 결합하여 $\overline{A}\overline{B}$를 만든다. 최종 OR 게이트의 출력은 $Y = AB + \overline{A}\overline{B}$이므로 XNOR과 동일하다.

NoteBase

오답 포인트

XNOR을 단순히 '반전이 들어간 XOR'로만 보고 게이트 모양을 추측하면 틀리기 쉽다. 위쪽에서 같은 값이 모두 1인 경우의 항 AB가 이미 만들어졌으므로, 아래쪽에서는 같은 값이 모두 0인 경우의 항 $\overline{A}\overline{B}$가 정확히 만들어져야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

목표 게이트의 논리식을 먼저 곱의 합 형태로 쓴 뒤 각 가지의 출력과 대조한다. XNOR은 두 입력이 같을 때 1이므로 $Y = AB + \overline{A}\overline{B}$이고, XOR은 두 입력이 다를 때 1이므로 $Y = \overline{A}B + A\overline{B}$이다.

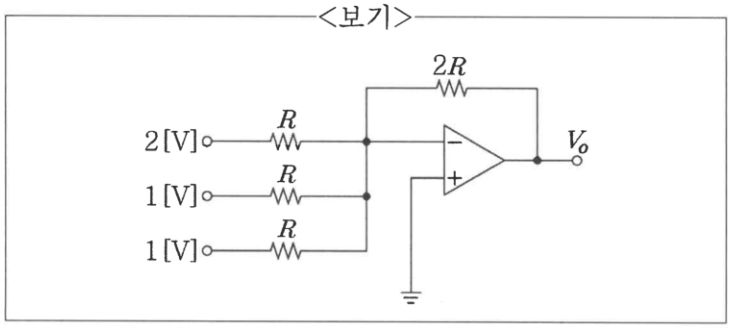
암기 포인트

XNOR은 '같으면 1'이며, 논리식은 $AB + \overline{A}\overline{B}$이다.

NoteBase

18. <보기>의 이상적인 연산 증폭기 회로에서 출력 V_o의 값[V]은?

<보기>



① −8 ② −4

③ 4 ④ 8

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 반전 가산 증폭기의 출력 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 세 입력 전압은 각각 $2V$, $1V$, $1V$이고, 각 입력저항은 R, 궤환저항은 $R_f = 2R$이다.
구해야 할 값: 출력 전압 V_o이다.
주의할 조건: 이상적인 연산증폭기에 음의 궤환이 걸려 있으므로 비반전 입력이 접지되면 반전 입력도 가상접지 상태인 $0V$가 되고, 연산증폭기 입력으로 흐르는 전류는 0이다.

사용할 공식

반전 가산 증폭기의 출력은
$V_o = -R_f\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}\right)$
이다. 세 입력 전류가 가상접지인 합산점으로 들어와 궤환저항을 통해 흐르며, 반전 입력 구조이므로 출력에 음의 부호가 붙는다.

계산 과정

1. 세 입력저항이 모두 R이므로 입력 전류의 합은 $2/R + 1/R + 1/R = 4/R$이다.
2. 궤환저항 $R_f = 2R$를 공식에 대입한다.
$V_o = -2R\left(\frac{2}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}\right) = -2(2 + 1 + 1) = -8V$
3. 따라서 출력 전압은 $-8V$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $-8V$이므로 옳다.
② X — $-4V$는 궤환저항을 $2R$가 아니라 R로 잘못 적용한 값이다. 올바른 값은 $-8V$이다.
③ X — $4V$는 궤환저항의 배율 2와 반전 증폭기의 음의 부호를 모두 반영하지 않은 값이다. 올바른 값은 $-8V$이다.
④ X — $8V$는 크기는 맞지만 반전 입력 구조의 음의 부호를 빠뜨린 값이다. 올바른 값은 $-8V$이다.

오답 포인트

입력 전압의 합 $2 + 1 + 1 = 4$만 구하고 끝내거나, 궤환저항과 입력저항의 비 $R_f/R = 2$를 빠뜨리기 쉽다. 또한 반전 가산기이므로 출력 부호가 음수라는 점을 반드시 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

비반전 입력의 접지와 음의 궤환을 확인해 반전 입력을 가상접지로 두고, 각 입력 전류를 합한 뒤 궤환저항을 곱하고 마지막에 반전 부호를 붙여 판단한다.

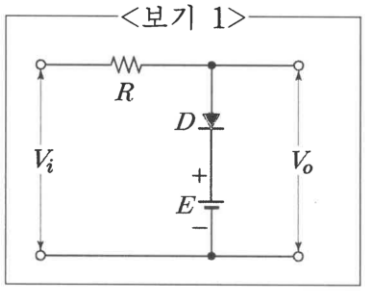
암기 포인트

반전 가산기는 '입력별 V/R의 합 $\times$ $-R_f$'이다.

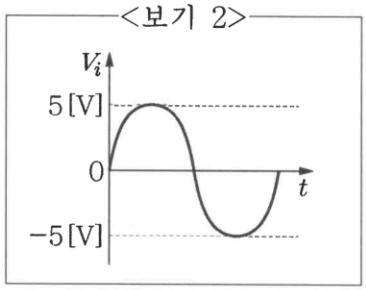
NoteBase

19. <보기 2>의 파형을 <보기 1>의 클리퍼 회로에 입력할 경우, 출력 V_o의 파형으로 가장 옳은 것은?
(단, E=3[V]이고, D는 이상적인 다이오드이다.)

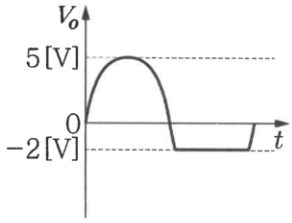
<보기 1>



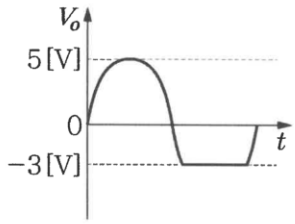
<보기 2>



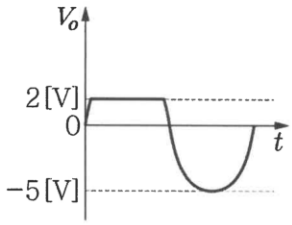
①



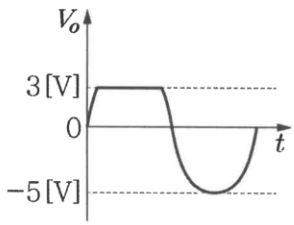
②



③



④



정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 다이오드의 도통·차단 상태를 구분하여 바이어스 전압 $E = 3V$에서 출력의 위쪽이 제한되는 클리퍼 파형을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 입력 정현파의 최댓값과 최솟값은 각각 $+5V$, $-5V$이고, 직류 전원은 $E = 3V$이다.
구해야 할 값: 출력 전압 V_o의 파형이다.
주의할 조건: 다이오드는 이상적이므로 순방향 도통 시 전압 강하가 $0V$이고, 차단 시 개방 회로로 동작한다.

사용할 공식

다이오드의 상태에 따라 출력은 다음과 같다.
입력이 $V_i \le 3V$일 때는 $V_o = V_i$이고, $V_i > 3V$일 때는 $V_o = 3V$이다. 따라서 $V_o = \min(V_i, 3V)$이다.
입력이 $3V$ 이하일 때는 다이오드가 차단되어 저항에 전류가 흐르지 않으므로 $V_o = V_i$이다. 입력이 $3V$를 넘으려 할 때는 다이오드가 도통하여 출력 노드를 $3V$로 고정하므로 이 식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. $V_i \le 3V$인 구간에서는 다이오드가 차단되므로 $V_o = V_i$이다. 따라서 음의 반주기는 $-5V$까지 그대로 출력된다.
2. $V_i > 3V$가 되려는 구간에서는 다이오드가 도통하므로 $V_o = E = 3V$로 제한된다.
3. 따라서 양의 반주기는 $3V$까지 입력을 따라가다가 평평하게 잘리고, 음의 반주기는 원래 파형대로 $-5V$까지 내려간다.

선지 판단

① X
양의 반주기가 $+5V$까지 그대로 나오고 음의 반주기가 $-2V$에서 제한된 파형이므로 틀리다. 올바르게는 양의 반주기가 $+3V$에서 제한되고 음의 반주기는 $-5V$까지 그대로 출력된다.

② X
양의 반주기가 $+5V$까지 그대로 나오고 음의 반주기가 $-3V$에서 제한된 파형이므로 틀리다. 올바르게는 다이오드가 출력의 위쪽을 $+3V$에서 제한하며, 음의 반주기는 $-5V$까지 그대로 출력된다.

③ X
양의 반주기의 제한 전압을 $+2V$로 표시했으므로 틀리다. 이상적인 다이오드에서는 별도의 순방향 전압 강하가 없으므로 올바른 제한 전압은 전원 전압과 같은 $+3V$이다. 음의 최솟값 $-5V$은 맞지만 전체 파형은 옳지 않다.

④ O
양의 반주기가 $+3V$에서 제한되고, 다이오드가 차단되는 음의 반주기는 입력을 따라 $-5V$까지 내려간다. 계산한 $V_o = \min(V_i, 3V)$와 일치한다.

오답 포인트

클리퍼의 제한 방향은 전원의 부호만 보고 정하지 않고 다이오드의 방향까지 함께 판단해야 한다. 이 회로는 음의 아래쪽을 자르는 회로가 아니라 양의 위쪽을 $+3V$에서 자르는 회로이다. 또한 입력 진폭 $5V$에서 바이어스 $3V$를 뺀 $2V$를 제한 전압으로 오해하면 ③을 고르게 되지만, 제한 전압은 차이가 아니라 출력 노드가 고정되는 $E = 3V$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 다이오드가 도통할 때 출력 노드가 어느 전압에 고정되는지 확인하고, 그다음 차단 구간에서는 $V_o = V_i$임을 적용한다. 마지막으로 입력의 최댓값과 최솟값을 대입하여 잘리는 방향과 제한 전압을 검산한다.

NoteBase

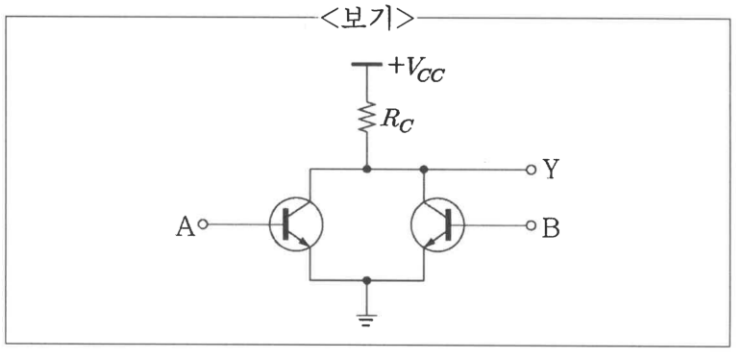
암기 포인트

이상적 바이어스 클리퍼에서는 도통 시 출력이 바이어스 전압에 고정되고, 차단 시 출력이 입력을 그대로 따른다. 이 회로는 $V_o = \min(V_i, 3V)$이다.

NoteBase

20. <보기>의 회로는 특정 게이트를 트랜지스터 회로로 변형하여 만든 회로이다. 게이트 입력 A와 B의 상태에 따른 출력 Y의 값을 옳게 짝지은 것은?

<보기>



	A	B	Y
①	0	0	1
②	0	1	1
③	1	0	1
④	1	1	1

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 출력 Y에 병렬로 연결된 두 트랜지스터의 도통 여부와 풀업 저항 R_C의 작용을 파악하여 출력 논리를 판단하는 문제이다. 두 트랜지스터가 모두 차단될 때만 Y가 1이 되므로 이 회로는 NOR 게이트로 동작한다.

선지별 해설

① O — $A = 0, B = 0$이면 두 트랜지스터가 모두 차단된다. 접지로 흐르는 경로가 없으므로 풀업 저항 R_C에 의해 $Y = 1$이 된다.

② X — $B = 1$이면 오른쪽 트랜지스터가 도통하여 Y를 접지 쪽으로 끌어내린다. 틀린 표현은 '$Y = 1$'이며, 올바르게는 $Y = 0$이다.

③ X — $A = 1$이면 왼쪽 트랜지스터가 도통하여 Y를 접지 쪽으로 끌어내린다. 틀린 표현은 '$Y = 1$'이며, 올바르게는 $Y = 0$이다.

④ X — $A = 1, B = 1$이면 두 트랜지스터가 모두 도통하므로 Y는 낮은 전위가 된다. 틀린 표현은 '$Y = 1$'이며, 올바르게는 $Y = 0$이다.

오답 포인트

두 트랜지스터가 병렬로 연결되어 있다는 점이 핵심이다. 입력 중 하나만 1이어도 해당 트랜지스터를 통해 출력 노드가 접지로 연결되므로, ②와 ③처럼 한 입력만 1인 경우에도 Y는 0이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 출력 노드에서 접지로 내려가는 트랜지스터의 연결 형태를 확인한다. 병렬 풀다운이면 어느 하나라도 도통할 때 출력은 0이고, 모든 트랜지스터가 차단될 때만 풀업 저항에 의해 출력이 1이 된다.

암기 포인트

병렬 풀다운은 '입력 하나라도 1이면 출력 0'이므로 NOR 동작이다.

NoteBase