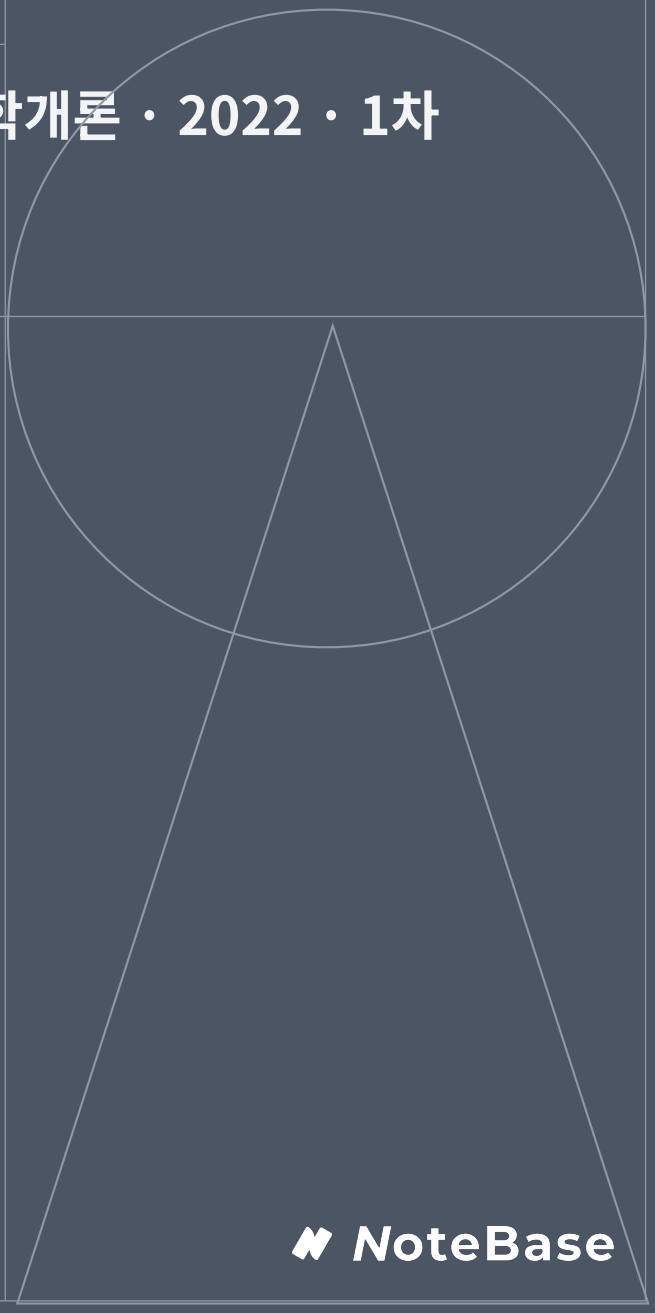
기출OX 해설집

공무원/해경/순경 · 전자공학개론 · 2022 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/순경 · 전자공학개론 · 2022 · 1차

공무원/해경/순경 · 전자공학개론 · 2022 · 1차

문 1. 저항 R이 25[Ω], 인덕턴스 L이 5[mH]인 RLC 직렬공진회로를 이용하여 주파수가 0.5[MHz]인 신호를 얻기 위한 동조회로를 구성하고자 할 때 커패시터 용량 C는? (단, $(4\pi^2)^{-1} = 0.025$로 계산한다.)

① 2[pF]

② 20[pF]

③ 200[pF]

④ 2,000[pF]

정답 2번

출제 포인트

직렬 RLC 회로의 공진주파수 공식을 이용하여 필요한 커패시터 용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $R = 25\Omega, L = 5mH = 5 \times 10^{-3}H, f_0 = 0.5MHz = 5 \times 10^5Hz$이다.
구해야 할 값은 커패시터 용량 C이다. 이상적인 직렬 RLC 회로의 공진주파수는 R과 무관하므로, 주어진 저항값은 계산에 사용하지 않는다.

사용할 공식

직렬 RLC 회로의 공진주파수는
$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
이므로, 커패시터 용량은
$C = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 L}$
이다. 공진 상태에서는 인덕터와 커패시터의 리액턴스 크기가 같아지므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

문제에서 $(4\pi^2)^{-1} = 0.025$가 주어졌으므로
$C = \frac{0.025}{f_0^2 L}$
이다. 값을 대입하면
$C = \frac{0.025}{(5\times10^5)^2(5\times10^{-3})} = \frac{0.025}{1.25\times10^9} = 2\times10^{-11}F$
이다. $1pF = 10^{-12}F$이므로
$C = 20pF$
이다.

선지 판단

① X — $2pF$는 계산 결과보다 10배 작다. 틀린 값이며, 올바른 용량은 $20pF$이다.
② O — 계산 결과가 $20pF$이므로 맞다.
③ X — $200pF$는 계산 결과보다 10배 크다. 틀린 값이며, 올바른 용량은 $20pF$이다.
④ X — $2{,}000pF$는 계산 결과보다 100배 크다. 틀린 값이며, 올바른 용량은 $20pF$이다.

오답 포인트

mH와 MHz를 각각 H와 Hz로 바꾸고, 마지막에 F를 pF로 변환해야 한다. 특히 f_0가 공식에서 제곱된다는 점과 $1pF = 10^{-12}F$라는 관계를 놓치면 ①, ③, ④와 같은 10의 거듭제곱 오차가 생긴다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RLC 동조회로에서는 먼저 $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$를 C에 관해 정리한 뒤, 모든 값을 기본단위로 변환하여 대입하고 마지막에 요구 단위로 환산한다.

암기 포인트

직렬 RLC 공진은 $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$이며, 이상적인 공진주파수 계산에는 R이 들어가지 않는다.

NoteBase

문 2. 변조도 80[%]의 진폭변조(AM)에서 반송파의 전력이 300[mW]일 때, 피변조파의 출력전력[mW]은?

① 396

② 412

③ 564

④ 786

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 단일 정현파로 진폭변조된 신호의 전체 출력전력 공식을 이용해 피변조파의 전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 변조도 $m = 80\% = 0.8$, 반송파 전력 $P_c = 300mW$이다.
구해야 할 값: 반송파와 양측파대의 전력을 합한 피변조파의 전체 출력전력 P_t이다.
주의할 조건: 백분율로 주어진 변조도 80%를 계산할 때는 0.8로 바꾼다.

사용할 공식

단일 정현파 AM 신호의 전체 출력전력은
$P_t = P_c\left(1 + \frac{m^2}{2}\right)$
이다. AM 신호의 전체 전력은 반송파 전력과 상·하측파대 전력의 합이고, 두 측파대의 합이 $P_c m^2/2$이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

변조도와 반송파 전력을 공식에 대입하면
$P_t = 300\left(1 + \frac{0.8^2}{2}\right) = 300(1 + 0.32) = 396mW$
이다. 따라서 피변조파의 출력전력은 $396mW$이다.

선지 판단

① O — $396mW$는 공식으로 계산한 전체 출력전력과 일치한다.
② X — $412mW$는 계산 결과와 일치하지 않는다. '$412mW$'는 '$396mW$'로 고쳐야 한다.
③ X — $564mW$는 계산 결과보다 크므로 옳지 않다. '$564mW$'는 '$396mW$'로 고쳐야 한다.
④ X — $786mW$는 계산 결과보다 크므로 옳지 않다. '$786mW$'는 '$396mW$'로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

변조도 80%를 80으로 대입하거나, 전체 측파대 전력의 계수 1/2를 빠뜨리면 오답이 된다. 또한 피변조파 전력은 반송파 전력만이 아니라 반송파와 두 측파대의 전력을 모두 합한 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

AM 전체 전력 문제에서는 변조도를 소수로 변환한 뒤 $P_t = P_c(1 + m^2/2)$에 대입하고, 결과가 반송파 전력보다 큰지 검산한다.

암기 포인트

AM 전체 전력은 '반송파 전력 $\times$ $1 + m^2/2$'이다.

NoteBase

문 3. 저항값이 6[Ω]인 세 개의 저항들을 남김없이 모두 사용하여 여러 가지의 합성 저항값을 얻고자 한다. 직렬연결과 병렬연결 방법을 여러 가지로 조합해 보면 모두 네 가지의 합성 저항값을 얻을 수 있다. 이 방법으로 나온 저항값을 모두 더하면 몇 옴[Ω]인가?

① 24

② 27

③ 30

④ 33

정답 4번

출제 포인트

같은 저항 3개를 모두 사용해 만들 수 있는 서로 다른 직렬·병렬 합성저항을 빠짐없이 구하고 그 합을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 각 저항은 6Ω이고 저항 3개를 모두 사용한다.
구해야 할 값: 가능한 네 가지 합성저항의 합이다.
주의할 조건: 전부 직렬·전부 병렬뿐 아니라, 2개를 먼저 직렬 또는 병렬로 묶은 혼합연결도 포함한다.

사용할 공식

직렬연결: $R_s = R_1 + R_2 + \cdots$
병렬연결: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots$
두 저항의 병렬연결은 $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$로 계산할 수 있다. 저항의 연결 형태마다 합성저항이 달라지므로 네 가지 연결을 각각 계산한다.

계산 과정

1. 3개를 모두 직렬로 연결하면 $6 + 6 + 6 = 18\Omega$이다.
2. 3개를 모두 병렬로 연결하면 $6/3 = 2\Omega$이다.
3. 2개를 병렬로 묶고 나머지 1개와 직렬로 연결하면 $(6 \parallel 6) + 6 = 3 + 6 = 9\Omega$이다.
4. 2개를 직렬로 묶고 나머지 1개와 병렬로 연결하면 $(6 + 6) \parallel 6 = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4\Omega$이다.

따라서 네 합성저항의 합은 $18 + 2 + 9 + 4 = 33\Omega$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 24Ω는 네 합성저항의 합 33Ω와 일치하지 않는다. 틀린 값 24Ω → 올바르게는 33Ω이다.
② X — 27Ω는 네 합성저항을 모두 더한 값이 아니다. 틀린 값 27Ω → 올바르게는 33Ω이다.
③ X — 30Ω는 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 30Ω → 올바르게는 33Ω이다.
④ O — 네 합성저항 18Ω, 2Ω, 9Ω, 4Ω를 모두 더하면 33Ω이다.

오답 포인트

전부 직렬과 전부 병렬만 계산하거나, 두 혼합연결 중 하나를 빠뜨리기 쉽다. 특히 '2개 병렬+1개 직렬'과 '2개 직렬+1개 병렬'은 각각 9Ω와 4Ω로 서로 다른 경우이다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 저항 3개를 모두 사용하는 직렬·병렬 문제에서는 '전부 직렬, 전부 병렬, 2개 병렬 뒤 직렬, 2개 직렬 뒤 병렬'의 네 형태를 먼저 나열한 뒤 각각 계산한다.

암기 포인트

같은 저항 3개의 직렬·병렬 합성은 네 가지이다: $3R$, $R/3$, $3R/2$, $2R/3$.

NoteBase

문 4. 다음 <보기> 중 정현파 발진기는 모두 몇 개인가?

<보기>
㉠ 콜피츠 발진기
㉡ 빈 브리지 발진기
㉢ 피어스 발진기
㉣ 멀티 바이브레이터

① 1개
② 2개
③ 3개
④ 4개

정답 3번

출제 포인트

콜피츠 발진기, 빈 브리지 발진기, 피어스 발진기, 멀티바이브레이터를 출력 파형에 따라 정현파 발진기와 비정현파 발진기로 구분하는 문제이다.

핵심 개념

정현파 발진기는 주파수 선택 회로나 공진 회로를 이용하여 정현파를 지속적으로 발생시키는 회로이다. 콜피츠 발진기는 LC 공진 회로, 빈 브리지 발진기는 RC 빈 브리지 회로, 피어스 발진기는 수정 공진자를 이용하는 정현파 발진기이다. 멀티바이브레이터는 스위칭 동작으로 구형파나 펄스 같은 비정현파를 발생시키는 회로이다. 따라서 정현파 발진기는 ㉠, ㉡, ㉢의 3개이다.

선지별 해설

① X — 정현파 발진기는 1개가 아니라 콜피츠 발진기, 빈 브리지 발진기, 피어스 발진기의 3개이다. 틀린 표현은 ‘1개’이며, 올바르게는 ‘3개’이다.
② X — ㉠과 ㉡뿐 아니라 수정 공진자를 사용하는 ㉢ 피어스 발진기도 정현파 발진기이므로 2개가 아니다. 틀린 표현은 ‘2개’이며, 올바르게는 ‘3개’이다.
③ O — ㉠ 콜피츠 발진기, ㉡ 빈 브리지 발진기, ㉢ 피어스 발진기가 정현파 발진기이므로 모두 3개이다.
④ X — ㉣ 멀티바이브레이터는 구형파나 펄스 같은 비정현파를 발생시키므로 정현파 발진기에 포함되지 않는다. 틀린 표현은 ‘4개’이며, 올바르게는 ‘3개’이다.

NoteBase

오답 포인트

피어스 발진기를 수정 발진기라는 별도 이름 때문에 정현파 발진기에서 제외하거나, 멀티바이브레이터도 주기 신호를 만든다는 이유만으로 정현파 발진기에 포함하는 것이 함정이다. 주기 신호를 만든다는 사실과 정현파를 만든다는 사실은 구별된다.

다시 나오면 이렇게 판단

발진기를 분류할 때에는 사용하는 소자보다 출력 파형을 먼저 판단한다. LC·RC·수정 공진을 이용해 정현파를 만드는 발진기는 정현파 발진기로, 스위칭을 반복해 구형파나 펄스를 만드는 멀티바이브레이터는 비정현파 발진기로 구분한다.

암기 포인트

콜피츠·빈 브리지·피어스는 정현파, 멀티바이브레이터는 비정현파이다.

NoteBase

문 5. 다음 <보기> 중 여러 종류의 다이오드(Diode)에 대한 설명으로 옳은 것은 모두 몇 개인가?

<보기>
㉠ 발광다이오드(LED) : PN 접합 다이오드로써 순방향으로 동작할 때 특정한 빛을 방출한다.
㉡ 터널 다이오드 : 부(Negative) 저항 특성을 가지며, 고속논리회로에서 사용된다.
㉢ 제너 다이오드 : 역방향 항복전압이 전압 조정에 사용되며, 전원에서 널리 쓰인다.
㉣ 버랙터(Varactor) 다이오드 : 역방향 다이오드에 의해 다이오드 정전용량이 가변되는 특성을 사용한다.

① 1개
② 2개
③ 3개
④ 4개

정답 4번

출제 포인트

특수 다이오드의 바이어스 방향, 전기적 특성, 대표 용도를 구별하고 옳은 설명의 개수를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

발광다이오드(LED)는 순방향 전류가 흐를 때 전자와 정공의 재결합으로 빛을 내는 PN 접합 소자이다.
터널 다이오드는 매우 강하게 도핑된 PN 접합에서 터널링이 일어나 음의 미분 저항 영역을 나타내는 고속 소자이다.
제너 다이오드는 역방향 항복 영역에서 전압을 거의 일정하게 유지하여 전압 조정에 쓰이는 소자이다.
버랙터 다이오드는 역방향 전압에 따라 접합 정전용량이 변하는 성질을 이용하는 소자이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
옳은 설명은 1개가 아니라 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣의 4개이다. 따라서 '1개'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '4개'이다.

② X
LED의 순방향 발광, 터널 다이오드의 음의 저항 특성, 제너 다이오드의 역방향 항복을 이용한 전압 조정, 버랙터 다이오드의 가변 접합 정전용량에 관한 설명이 모두 맞으므로 옳은 설명은 2개가 아니다. '2개'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '4개'이다.

③ X
㉠부터 ㉣까지 어느 하나도 틀리지 않으므로 옳은 설명은 3개가 아니다. '3개'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '4개'이다.

④ O
㉠ LED는 순방향에서 발광하고, ㉡ 터널 다이오드는 음의 미분 저항 특성으로 고속 회로에 이용되며, ㉢ 제너 다이오드는 역방향 항복전압을 전압 조정에 이용하고, ㉣ 버랙터 다이오드는 역방향 전압에 따른 접합 정전용량의 변화를 이용한다. 따라서 옳은 설명은 모두 4개이다.

오답 포인트

㉠의 순방향 동작과 ㉢·㉣의 역방향 동작을 뒤섞거나, 터널 다이오드의 '부(Negative) 저항'을 일반적인 저항값이 음수라는 뜻으로 오해하면 개수를 잘못 셀 수 있다. 여기서 부저항은 전압이 증가할 때 전류가 감소하는 음의 미분 저항 구간을 뜻한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 소자를 '동작 방향-핵심 특성-용도'의 순서로 확인한다. LED는 순방향-발광, 터널 다이오드는 터널링-음의 미분 저항·고속 동작, 제너 다이오드는 역방향 항복-전압 조정, 버랙터 다이오드는 역방향-가변 정전용량으로 연결하면 된다.

암기 포인트

LED는 순방향 빛, 터널은 부저항, 제너는 역항복 전압 조정, 버랙터는 역바이어스 가변 용량이다.

NoteBase

문 6. 다음 중 직류 전원회로의 기본 구성 순서를 나타낸 것으로 가장 옳은 것은?

① 입력→정류기→변압기→평활회로→정전압회로→출력

② 입력→변압기→정류기→평활회로→정전압회로→출력

③ 입력→정류기→평활회로→정전압회로→변압기→출력

④ 입력→정전압회로→정류기→평활회로→변압기→출력

정답 2번

출제 포인트

직류 전원회로에서 교류 입력을 전압 변환, 정류, 평활, 정전압의 순서로 처리하여 안정된 직류 출력으로 만드는 기본 흐름을 묻는 문제이다.

올바른 순서

1. 입력 — 교류 전원이 회로에 들어온다.
2. 변압기 — 입력 교류 전압을 필요한 크기로 바꾼다.
3. 정류기 — 교류를 한 방향으로 흐르는 맥류로 바꾼다.
4. 평활회로 — 정류된 맥류의 리플을 줄여 직류에 가깝게 만든다.
5. 정전압회로 — 입력이나 부하가 변해도 출력 전압이 일정하게 유지되도록 안정화한다.
6. 출력 — 안정된 직류 전압을 부하에 공급한다.

왜 이 순서: 변압된 교류를 먼저 정류해야 평활할 수 있고, 평활된 전압을 정전압회로에 넣어야 안정된 직류 출력을 얻을 수 있기 때문이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 정류기가 변압기보다 앞에 놓인 부분이 틀렸다. 기본 직류 전원회로에서는 먼저 변압기로 교류 전압의 크기를 바꾼 뒤 정류한다. 올바르게는 '입력→변압기→정류기→평활회로→정전압회로→출력'이다.

② O — 변압기로 전압을 바꾸고, 정류기로 교류를 맥류로 바꾸며, 평활회로로 리플을 줄인 다음, 정전압회로로 출력 전압을 안정화하는 순서가 맞다.

③ X — 변압기를 정전압회로 뒤에 둔 부분이 틀렸다. 변압기는 교류 입력 단계에서 전압을 바꾸므로 정류기보다 앞에 위치한다. 올바르게는 '입력→변압기→정류기→평활회로→정전압회로→출력'이다.

④ X — 정전압회로를 정류기보다 앞에 두고 변압기를 출력 직전에 둔 부분이 틀렸다. 정전압회로는 정류와 평활을 거친 전압을 안정화하는 단계이다. 올바르게는 '입력→변압기→정류기→평활회로→정전압회로→출력'이다.

오답 포인트

정류기와 변압기의 위치를 바꾸거나 정전압회로를 앞세우는 것이 함정이다. 각 블록의 이름만 외우기보다 '전압 크기 변환→방향 변환→리플 감소→전압 안정화'라는 기능의 의존관계로 순서를 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

교류 입력을 직류 출력으로 만드는 문제에서는 먼저 변압기로 전압의 크기를 맞추고, 정류기로 전류의 방향을 한쪽으로 만든 뒤, 평활회로로 리플을 줄이고, 마지막에 정전압회로로 전압을 안정화하는 흐름으로 판단한다.

암기 포인트

직류 전원회로의 기본 순서는 '변압→정류→평활→정전압'이다.

NoteBase

문 7. 이상적인 연산증폭기의 특성에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 입력측 저항은 무한대이고, 출력측 저항은 0이다.

② OFF-SET은 1이다.

③ 주파수 대역폭이 무한대이다.

④ 전압이득의 크기는 무한대이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 연산증폭기에 가정하는 입력 저항, 출력 저항, 오프셋, 주파수 대역폭, 전압이득의 값을 묻는 문제이다.

핵심 개념

이상적인 연산증폭기는 실제 소자의 동작을 해석하기 위해 손실과 오차가 없는 것으로 가정한 모형이다. 입력 저항은 무한대, 출력 저항은 0, 입력 오프셋 전압은 $0V$, 주파수 대역폭은 무한대, 개방 루프 전압이득의 크기는 무한대라고 가정한다.

선지별 해설

① O — 입력 저항이 무한대이면 입력 전류가 흐르지 않고, 출력 저항이 0이면 부하에 따라 출력 전압이 떨어지지 않는 이상적 특성을 나타낸다.
② X — 틀린 표현은 'OFF-SET은 1이다'이다. 이상적인 연산증폭기의 입력 오프셋 전압은 $0V$이다.
③ O — 이상적인 연산증폭기는 모든 주파수의 신호를 증폭할 수 있다고 가정하므로 주파수 대역폭이 무한대이다.
④ O — 이상적인 연산증폭기의 개방 루프 전압이득 크기는 무한대이다.

오답 포인트

②의 '1'은 이상적 특성의 기준값이 아니다. 이상적인 연산증폭기에서 오차를 나타내는 입력 오프셋 전압은 0이고, 무한대로 가정하는 것은 입력 저항·주파수 대역폭·개방 루프 전압이득이다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상적인 연산증폭기의 특성은 신호 전달을 방해하는 출력 저항과 오프셋은 0, 입력을 방해하지 않는 입력 저항과 증폭 능력·주파수 범위를 나타내는 개방 루프 전압이득 및 대역폭은 무한대로 구분한다.

암기 포인트

이상적 연산증폭기는 입력 저항·대역폭·개방 루프 이득은 무한대, 출력 저항·입력 오프셋 전압은 0이다.

NoteBase

문 8. 맥동 전압주파수가 전원주파수의 3배가 되는 정류 방식으로 가장 옳은 것은?

① 단상 반파정류

② 단상 전파정류

③ 3상 반파정류

④ 3상 전파정류

정답 3번

출제 포인트

정류 방식별로 전원 한 주기 동안 생기는 출력 펄스의 수를 이용해 맥동 전압주파수를 판단하는 문제이다.

조건 정리

전원주파수를 f, 전원 한 주기당 정류 출력의 펄스 수를 p라고 하면 맥동 전압주파수는 p에 비례한다. 이 문항에서는 맥동 전압주파수가 $3f$가 되는 방식을 찾는다.

사용할 공식

$f_r = pf$

여기서 f_r은 맥동 전압주파수이다. 정류 출력은 펄스 하나가 나타날 때마다 한 번 맥동하므로, 전원 한 주기당 펄스 수에 전원주파수를 곱한다.

계산 과정

단상 반파정류는 한 주기에 펄스가 1개이므로 $f_r = f$이다. 단상 전파정류는 2개이므로 $f_r = 2f$이다. 3상 반파정류는 각 상에서 차례로 1개씩 모두 3개의 펄스가 생기므로 $f_r = 3f$이다. 3상 전파정류는 한 주기에 6개의 펄스가 생기므로 $f_r = 6f$이다.

선지 판단

① X — '단상 반파정류'는 한 주기에 펄스가 1개이므로 맥동 전압주파수가 f이다. 올바르게는 전원주파수와 같은 맥동 전압주파수를 만드는 방식이다.
② X — '단상 전파정류'는 한 주기에 펄스가 2개이므로 맥동 전압주파수가 $2f$이다. 올바르게는 전원주파수의 2배가 되는 방식이다.
③ O — '3상 반파정류'는 세 상이 한 주기 동안 차례로 정류되어 펄스가 3개 생기므로 맥동 전압주파수가 $3f$이다.
④ X — '3상 전파정류'는 한 주기에 펄스가 6개 생기므로 맥동 전압주파수가 $6f$이다. 올바르게는 전원주파수의 6배가 되는 방식이다.

NoteBase

오답 포인트

‘3상’이라는 말만 보고 3배를 고르는 것이 아니라 반파와 전파를 함께 구분해야 한다. 3상에서도 반파정류는 3펄스, 전파정류는 6펄스이므로 ③과 ④가 갈린다.

다시 나오면 이렇게 판단

전원 한 주기당 출력 펄스 수를 먼저 센 뒤 $f_r = pf$를 적용한다. 단상 반파·단상 전파·3상 반파·3상 전파의 펄스 수는 각각 1, 2, 3, 6이다.

암기 포인트

맥동 주파수 배수는 펄스 수와 같으며, 단상 반파·단상 전파·3상 반파·3상 전파는 차례로 1·2·3·6배이다.

NoteBase

문 9. 부궤환 시 입력 임피던스 변화에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 전압 직렬 궤환 시 입력 임피던스는 감소한다.

② 전류 직렬 궤환 시 입력 임피던스는 증가한다.

③ 전압 병렬 궤환 시 입력 임피던스는 감소한다.

④ 전류 병렬 궤환 시 입력 임피던스는 감소한다.

정답 1번

출제 포인트

부궤환 증폭기에서 입력 측의 직렬 혼합과 병렬 혼합이 입력 임피던스를 어떻게 바꾸는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

부궤환은 출력의 일부를 입력에 반대 위상으로 되돌리는 방식이다. 입력에서 궤환 신호를 직렬로 혼합하면 입력 임피던스가 증가하고, 병렬로 혼합하면 입력 임피던스가 감소한다. 루프 이득을 $T = A\beta$라 하면 직렬 혼합은 대체로 $R_{if} = R_i(1 + T)$, 병렬 혼합은 $R_{if} = R_i/(1 + T)$의 관계를 갖는다. 명칭의 '전압·전류'는 출력에서 무엇을 표본 추출하는지를, '직렬·병렬'은 입력에서 어떻게 혼합하는지를 나타내므로 입력 임피던스는 뒤의 '직렬·병렬'로 판단한다.

선지별 해설

① X — '입력 임피던스는 감소한다'가 틀린 표현이다. 전압 직렬 궤환은 입력에서 직렬 혼합하므로 입력 임피던스가 증가한다.
② O — 전류 직렬 궤환도 입력에서 직렬 혼합하므로 입력 임피던스가 증가한다.
③ O — 전압 병렬 궤환은 입력에서 병렬 혼합하므로 입력 임피던스가 감소한다.
④ O — 전류 병렬 궤환도 입력에서 병렬 혼합하므로 입력 임피던스가 감소한다.

오답 포인트

'전압 궤환'이면 입력 임피던스가 항상 감소하거나 '전류 궤환'이면 항상 증가한다고 판단하기 쉽다. 그러나 전압·전류는 출력 표본 추출 방식이고, 입력 임피던스의 증감은 직렬·병렬 혼합 방식이 결정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

궤환 방식 명칭의 두 번째 말부터 확인한다. 입력 혼합이 직렬이면 입력 임피던스 증가, 병렬이면 입력 임피던스 감소로 판단한다.

암기 포인트

입력 임피던스는 직렬이면 증가, 병렬이면 감소이다.

NoteBase

문 10. 실리콘 단결정 반도체에서 P형 불순물에 사용될 수 있는 것으로 가장 옳은 것은?

① P(인)

② As(비소)

③ B(붕소)

④ Sb(안티몬)

정답 3번

출제 포인트

실리콘에 첨가하는 불순물의 원자가전자 수로 P형과 N형을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

실리콘은 원자가전자가 4개인 4가 원소이다. 여기에 원자가전자 3개인 3가 불순물을 첨가하면 정공이 생겨 P형 반도체가 되고, 원자가전자 5개인 5가 불순물을 첨가하면 자유전자가 늘어 N형 반도체가 된다.
P형 불순물은 억셉터이며 대표 원소는 B(붕소), Al(알루미늄), Ga(갈륨), In(인듐)이다. N형 불순물은 도너이며 대표 원소는 P(인), As(비소), Sb(안티몬)이다.

선지별 해설

① X — P(인)는 원자가전자 5개인 5가 도너 불순물이므로 실리콘을 N형으로 만든다. 틀린 부분은 P를 P형 불순물로 본 점이며, P형 불순물로는 3가 원소인 B 등을 사용한다.
② X — As(비소)는 5가 도너 불순물이므로 N형 반도체 형성에 사용된다. 틀린 부분은 As를 P형 불순물로 본 점이며, 올바르게는 N형 불순물이다.
③ O — B(붕소)는 원자가전자 3개인 3가 억셉터 불순물이다. 실리콘 결정에 첨가하면 전자가 하나 부족한 결합, 즉 정공이 생기므로 P형 반도체가 된다.
④ X — Sb(안티몬)는 5가 도너 불순물로서 실리콘에 자유전자를 제공하여 N형 반도체를 만든다. 틀린 부분은 Sb를 P형 불순물로 본 점이며, 올바르게는 N형 불순물이다.

오답 포인트

원소기호 P를 보고 P형 반도체의 불순물이라고 연결하는 것이 함정이다. P는 인의 원소기호일 뿐이며, 인은 5가 도너이므로 N형을 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

불순물의 이름보다 원자가전자 수를 확인한다. 실리콘보다 전자가 하나 적은 3가 불순물은 정공을 만들어 P형이 되고, 하나 많은 5가 불순물은 자유전자를 만들어 N형이 된다.

NoteBase

암기 포인트

3가 B·Al·Ga·In은 P형, 5가 P·As·Sb는 N형이다.

NoteBase

문 11. 다음 중 BJT와 MOSFET을 비교한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① MOSFET은 다수캐리어의 이동에 의하여 동작 특성이 결정되므로 단극성(Unipolar) 소자이다.

② BJT는 전자 또는 정공 중 한 종류의 캐리어에 의해서 전류가 흐르며, MOSFET은 전자와 정공의 두 종류 캐리어에 의해서 전류가 흐른다.

③ BJT는 MOSFET에 비하여 전력소모가 크며, 고속 동작에 주로 이용된다.

④ BJT에 비해 MOSFET은 단위소자 면적을 줄일 수 있어서 고밀도 집적회로 설계가 가능하다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 BJT와 MOSFET을 전류 운반자, 구동 방식, 전력 소모 및 집적도 측면에서 비교하는 문제이다.

핵심 개념

BJT는 전자와 정공이 모두 동작에 관여하는 쌍극성 소자이며, 베이스 전류로 컬렉터 전류를 제어한다.
MOSFET은 채널의 다수캐리어 한 종류가 전류를 운반하는 단극성 소자이며, 게이트 전압으로 드레인 전류를 제어한다. 게이트 입력 임피던스가 높고 소형화에 유리하다.

선지별 해설

① O — MOSFET의 채널 전류는 주로 다수캐리어의 이동으로 형성되므로 MOSFET은 단극성 소자이다.
② X — 틀린 부분은 BJT가 한 종류의 캐리어로, MOSFET이 두 종류의 캐리어로 동작한다고 한 부분이다. 올바르게는 BJT가 전자와 정공 두 종류의 캐리어가 관여하는 쌍극성 소자이고, MOSFET이 다수캐리어 한 종류로 동작하는 단극성 소자이다.
③ O — BJT는 베이스 전류가 계속 필요하므로 입력 전력 소모가 MOSFET보다 크다. 일반적인 소자 비교에서는 BJT가 높은 상호컨덕턴스와 고주파 특성을 바탕으로 고속 동작에 이용되는 특성도 함께 제시된다.
④ O — MOSFET은 게이트 구조가 단순하고 단위 소자 면적을 작게 만들기 쉬워 많은 소자를 한 칩에 넣는 고밀도 집적회로에 적합하다.

오답 포인트

②는 BJT와 MOSFET의 캐리어 분류를 서로 뒤바꾼 선지이다. 명칭의 B는 Bipolar, MOSFET은 Unipolar라는 대응을 놓치면 반대로 판단하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

캐리어를 물으면 BJT는 전자와 정공이 관여하는 쌍극성, MOSFET은 다수캐리어 한 종류가 관여하는 단극성으로 구분한다. 구동 방식을 물으면 BJT는 전류 제어, MOSFET은 전압 제어로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

BJT는 Bipolar·전류 제어, MOSFET은 Unipolar·전압 제어·고밀도 집적이다.

NoteBase

문 12. 다음 연산증폭기의 차동 이득 $A_d = 2,000$, 공통 신호 제거비 CMRR = 10,000이고, 두 개의 입력 신호가 $V_1 = 150[\mu V]$와 $V_2 = 70[\mu V]$일 때, 출력 전압 V_o에 가장 가까운 값[mV]은?

① 160

② 180

③ 320

④ 460

정답 1번

출제 포인트

차동 이득과 공통 신호 제거비로 공통 모드 이득을 구한 뒤, 차동 성분과 공통 모드 성분이 만드는 출력 전압을 합산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $A_d = 2{,}000$, $CMRR = 10{,}000$, $V_1 = 150\mu V$, $V_2 = 70\mu V$이다.
차동 입력은 $V_d = V_1 - V_2$, 공통 모드 입력은 $V_c = (V_1 + V_2)/2$이다.
구해야 할 값은 차동 출력과 공통 모드 출력을 모두 반영한 V_o이며, 마지막에 V를 mV로 환산한다.

사용할 공식

$CMRR = \frac{A_d}{A_c} \quad \Rightarrow \quad A_c = \frac{A_d}{CMRR}$
$V_o = A_d V_d + A_c V_c$
연산증폭기는 차동 입력뿐 아니라 유한한 공통 모드 이득에 의한 출력도 만들므로 두 성분을 합산한다.

계산 과정

1. $A_c = 2{,}000/10{,}000 = 0.2$이다.
2. $V_d = 150\mu V - 70\mu V = 80\mu V$이고, $V_c = (150 + 70)/2 = 110\mu V$이다.
3. 차동 성분의 출력은 $2{,}000 \times 80\mu V = 160mV$이다.
4. 공통 모드 성분의 출력은 $0.2 \times 110\mu V = 22\mu V = 0.022mV$이다.
5. 따라서 $V_o = 160mV + 0.022mV = 160.022mV$이며, 가장 가까운 값은 $160mV$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $160mV$는 계산값 $160.022mV$에 가장 가깝다.
② X — $180mV$는 계산값과 일치하지 않는다. $180mV$가 아니라 가장 가까운 값은 $160mV$이다.
③ X — $320mV$는 계산값의 약 두 배로, 차동 출력과 공통 모드 출력을 합산한 결과가 아니다. $320mV$가 아니라 가장 가까운 값은 $160mV$이다.
④ X — $460mV$는 계산값과 일치하지 않는다. $460mV$가 아니라 가장 가까운 값은 $160mV$이다.

오답 포인트

CMRR 자체를 공통 모드 이득으로 사용하면 안 된다. 먼저 $A_c = A_d/CMRR$로 바꾸어야 한다. 또한 차동 입력은 두 입력의 차, 공통 모드 입력은 두 입력의 평균이며, $22\mu V = 0.022mV$라는 단위 변환을 놓치지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

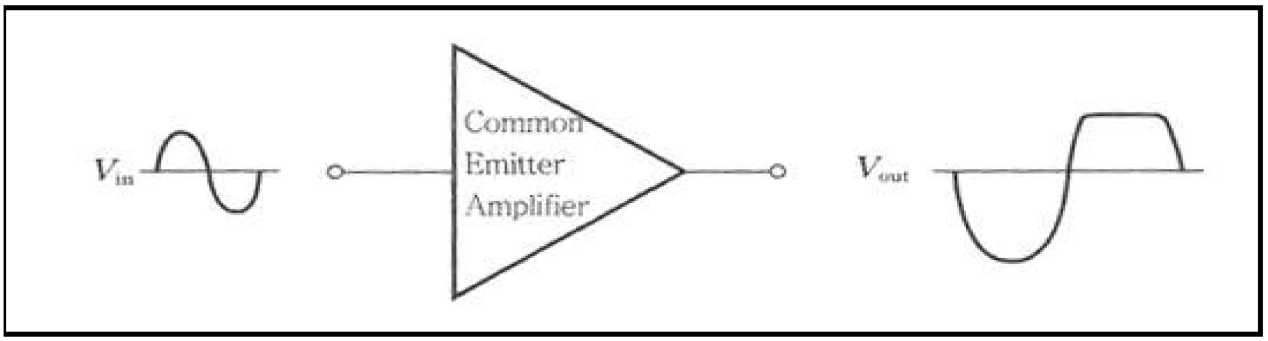
먼저 $A_c = A_d/CMRR$를 구하고, $V_d = V_1 - V_2$와 $V_c = (V_1 + V_2)/2$를 각각 계산한 뒤 $V_o = A_d V_d + A_c V_c$에 대입하고 단위를 통일한다.

암기 포인트

CMRR은 차동 이득을 공통 모드 이득으로 나눈 값이다: $CMRR = A_d/A_c$. 차동 입력은 차, 공통 모드 입력은 평균이다.

NoteBase

문 13. 다음 그림과 같은 공통 이미터(Common Emitter) 증폭기의 출력전압 파형의 일부가 왜곡된 모양을 나타낸 것에 대한 설명으로 다음 <보기> 중 옳은 것을 모두 고르면?



<보기>

㉠ 증폭기의 동작점이 차단점에 근접해 있으면 출력파형 중 양(+)의 반주기에서 왜곡이 발생한다.

㉡ 왜곡을 해결하기 위해서는 베이스(Base) 바이어스 전류 I_B를 감소시켜야 한다.

㉢ 컬렉터(Collector) 전류 I_C는 음(-)의 반주기에서 왜곡이 발생한다.

① ㉠, ㉡

② ㉠, ㉢

③ ㉡, ㉢

④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 2번

출제 포인트

공통 이미터 증폭기에서 출력전압의 양(+) 반주기가 위쪽에서 잘린 파형은 트랜지스터가 차단 영역에 들어가 컬렉터 전압이 더 이상 상승하지 못한 상태를 뜻한다. 공통 이미터 증폭기는 입력 및 컬렉터 전류의 변화와 출력전압의 변화가 서로 반대 위상이라는 점이 핵심이다.

보기 판단

㉠ O — 동작점이 차단점에 가까우면 입력의 음(-) 반주기에서 베이스 전류와 컬렉터 전류가 감소하다가 차단에 이른다. 공통 이미터 출력전압은 이때 양(+) 방향으로 상승하므로 그림처럼 양(+) 반주기가 잘린다.

㉡ X — 틀린 표현은 '베이스 바이어스 전류 I_B를 감소'이다. I_B를 감소시키면 동작점이 차단점에 더 가까워져 왜곡이 심해진다. 올바르게는 I_B를 증가시켜 동작점을 차단점에서 멀어지게 해야 한다.

㉢ O — 출력전압과 컬렉터 전류의 교류 변화분은 반대 위상이므로, 출력전압의 양(+) 반주기 클리핑은 컬렉터 전류가 감소하는 음(-) 반주기에서 I_C가 0에 가까워져 생기는 왜곡에 대응한다. 따라서 옳은 것은 ㉠과 ㉢이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㉠은 옳지만 ㉡이 틀리므로 '㉠, ㉡'은 옳은 조합이 아니다. 올바른 조합은 '㉠, ㉢'이다.
② O — ㉠과 ㉢이 모두 옳으므로 정답이다.
③ X — ㉡은 틀리고, 옳은 ㉠이 빠져 있으므로 '㉡, ㉢'은 옳은 조합이 아니다. 올바른 조합은 '㉠, ㉢'이다.
④ X — ㉡이 틀리므로 '㉠, ㉡, ㉢'은 옳은 조합이 아니다. 올바른 조합은 '㉠, ㉢'이다.

오답 포인트

그림의 양(+) 출력 반주기 클리핑을 포화로 오인하기 쉽다. 공통 이미터 회로에서는 차단 시 컬렉터 전류가 감소하고 컬렉터 전압은 상승하므로 출력의 위쪽 클리핑은 차단 왜곡이다. 또한 차단 왜곡을 줄이려면 베이스 바이어스 전류를 감소시키는 것이 아니라 증가시켜야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

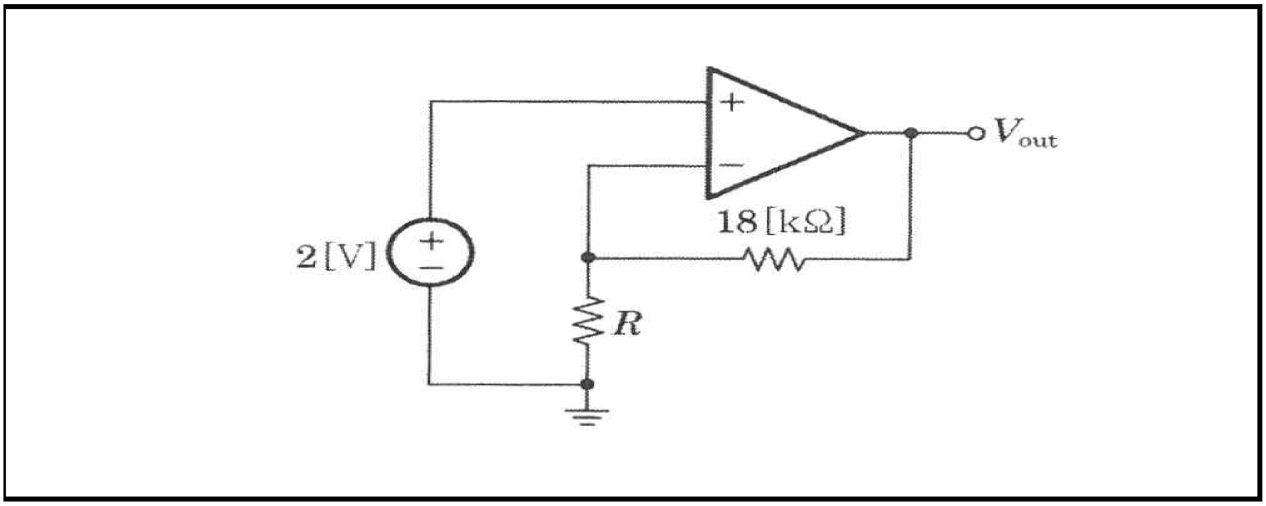
공통 이미터 출력의 위쪽이 잘리면 차단 영역, 아래쪽이 잘리면 포화 영역으로 판단한다. 차단 왜곡은 베이스 바이어스 전류를 증가시키고, 포화 왜곡은 베이스 바이어스 전류를 감소시키는 방향으로 동작점을 옮긴다.

암기 포인트

공통 이미터는 위상이 반전된다. 출력 위쪽 클리핑은 차단, 출력 아래쪽 클리핑은 포화이다.

NoteBase

문 14. 다음 회로에서 이상적인 연산증폭기(OP-Amp)를 사용하였을 경우, 전압이득이 4일 때 저항 R의 값[kΩ]은?



① 6

② 6.5

③ 7

④ 7.5

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 비반전 증폭기의 전압이득 공식을 이용해 접지 쪽 저항 R을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압이득 $A_V = 4$, 궤환저항 $R_f = 18\text{k}\Omega$이다.
구해야 할 값: 반전 입력 단자와 접지 사이의 저항 R이다.
주의할 조건: 입력이 비반전 단자에 연결되고 출력이 반전 단자로 되먹임되므로 비반전 증폭기이다. 입력전압 2V는 이득이 이미 주어진 이 문제에서 R을 구하는 데 직접 필요하지 않다.

사용할 공식

비반전 증폭기의 전압이득은
$A_V = 1 + \frac{R_f}{R}$
이다. 출력에서 반전 입력 단자로 연결된 18kΩ가 궤환저항이고, 반전 입력 단자에서 접지로 연결된 R이 접지 쪽 저항이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

주어진 값을 대입하면
$4 = 1 + \frac{18\text{k}\Omega}{R}$
이다. 따라서
$3 = \frac{18\text{k}\Omega}{R}, \qquad R = \frac{18\text{k}\Omega}{3} = 6\text{k}\Omega$
가 된다.

선지 판단

① O — $R = 6\text{k}\Omega$를 대입하면 $A_v = 1 + 18/6 = 4$가 되어 조건과 일치한다.
② X — $R = 6.5\text{k}\Omega$이면 $A_v = 1 + 18/6.5 \approx 3.77$이므로 4가 아니다. 틀린 값 $6.5\text{k}\Omega$가 아니라 올바른 값은 $6\text{k}\Omega$이다.
③ X — $R = 7\text{k}\Omega$이면 $A_v = 1 + 18/7 \approx 3.57$이므로 4가 아니다. 틀린 값 $7\text{k}\Omega$가 아니라 올바른 값은 $6\text{k}\Omega$이다.
④ X — $R = 7.5\text{k}\Omega$이면 $A_v = 1 + 18/7.5 = 3.4$이므로 4가 아니다. 틀린 값 $7.5\text{k}\Omega$가 아니라 올바른 값은 $6\text{k}\Omega$이다.

오답 포인트

비반전 증폭기의 이득에서 앞의 1을 빼지 않고 곧바로 $R = 18/4$로 계산하면 틀린다. 또한 $18\text{k}\Omega$와 R의 위치를 뒤바꾸지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

입력이 (+) 단자에 들어가고 출력이 (−) 단자로 되먹임되면 비반전 증폭기로 판단한다. 그다음 $A_v = 1 + R_f/R_g$에서 출력 쪽 저항을 R_f, 접지 쪽 저항을 R_g로 놓고 계산한다.

암기 포인트

비반전 증폭기의 이득은 항상 $1 + R_f/R_g$이며, 출력 쪽이 분자이고 접지 쪽이 분모이다.

NoteBase

문 15. 다음 중 반도체 소자에 전압을 가하면 전계에 의하여 전류가 흐르게 되는데, 이 때 발생하는 전류로 가장 옳은 것은?

① 이온전류(Ionic Current)

② 확산 전류(Diffusion Current)

③ 드리프트 전류(Drift Current)

④ 전자기 유도 전류(Electromagnetically Induced Current)

정답 3번

출제 포인트

반도체에서 전계에 의해 전자와 정공이 이동하여 생기는 드리프트 전류와, 농도 차이에 의해 생기는 확산 전류를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

드리프트 전류는 외부 전압이 만든 전계에 의해 전자와 정공이 일정한 방향으로 이동하여 생기는 전류이다.
확산 전류는 전하 운반자의 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 퍼지는 과정에서 생기는 전류이다.
이온 전류는 전해질이나 이온화된 기체 등에서 양이온과 음이온이 이동하여 생기는 전류이고, 전자기 유도 전류는 시간에 따라 변하는 자기선속에 의해 유도기전력이 생겨 흐르는 전류이다.

선지별 해설

① X — 이온 전류는 이동 가능한 이온의 이동으로 생긴다. 이 선지의 '이온전류'가 틀렸으며, 반도체에 가한 전압의 전계로 전자와 정공이 이동하는 경우에는 드리프트 전류라고 한다.
② X — 확산 전류는 전계가 아니라 전하 운반자의 농도 기울기 때문에 생긴다. 이 선지의 '확산 전류'가 틀렸으며, 전계에 의한 전류는 드리프트 전류이다.
③ O — 반도체에 전압을 가하면 전계가 형성되고, 이 전계가 전자와 정공을 이동시켜 드리프트 전류를 만든다.
④ X — 전자기 유도 전류는 시간에 따라 변하는 자기선속이 유도기전력을 만들 때 흐른다. 이 선지의 '전자기 유도 전류'가 틀렸으며, 가한 전압에 따른 전계가 원인이면 드리프트 전류이다.

오답 포인트

'전압을 가한다'는 표현을 단순히 전류 발생으로만 읽으면 여러 전류 이름 사이에서 혼동하기 쉽다. 이 문항의 결정적 단서는 '전계에 의하여'이며, 이는 드리프트 전류를 가리킨다. 확산 전류의 결정적 원인은 전계가 아니라 농도 차이이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

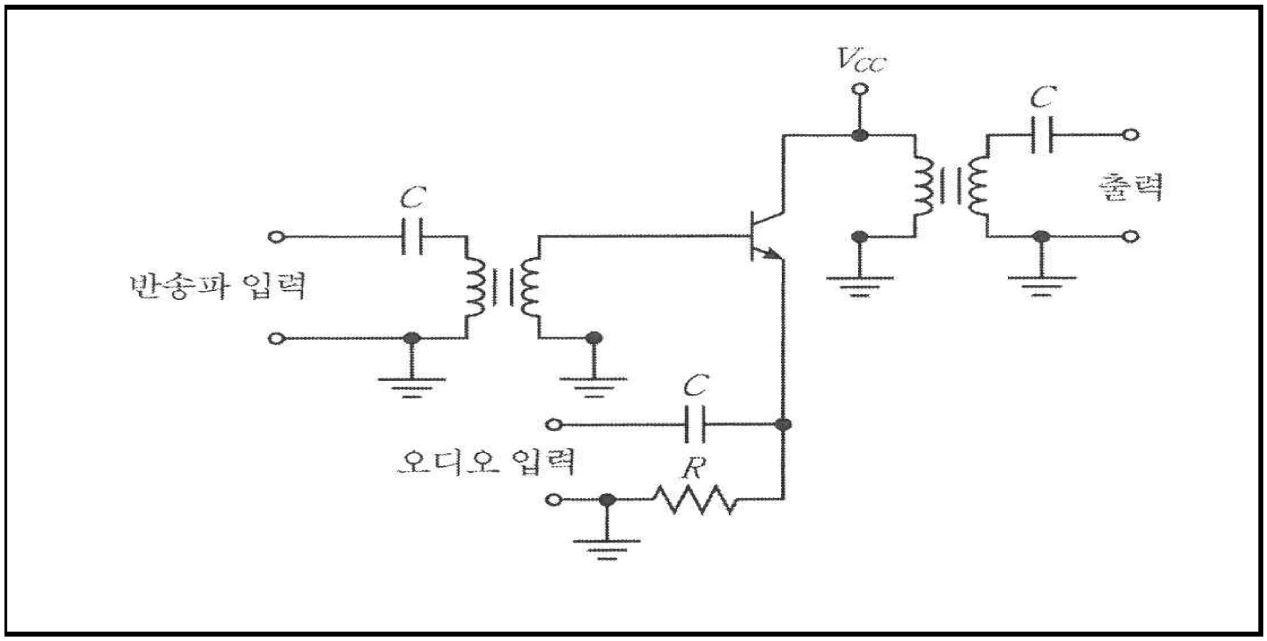
원인을 먼저 구분한다. 전계이면 드리프트, 전하 운반자의 농도 차이면 확산, 움직이는 이온이면 이온 전류, 변하는 자기선속이면 전자기 유도 전류로 판단한다.

암기 포인트

전계는 드리프트, 농도 차이는 확산이다.

NoteBase

문 16. 다음 회로에서 커패시터 C의 역할로 가장 옳은 것은?



① 직류 통과, 교류 통과

② 직류 차단, 교류 통과

③ 직류 차단, 교류 차단

④ 직류 통과, 교류 차단

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 결합 및 바이패스 용도로 사용된 커패시터가 직류 성분과 교류 신호에 각각 어떻게 작용하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

커패시터는 정상상태의 직류에 대해서는 개방회로처럼 작용하여 전류를 차단한다. 교류에 대한 용량성 리액턴스는 $X_C = 1/(2\pi fC)$이므로 주파수 f가 높을수록 작아져 교류 신호를 통과시키기 쉬워진다. 따라서 이 회로의 커패시터 C는 바이어스용 직류 성분은 분리하고 필요한 교류 신호는 전달하는 역할을 한다.

NoteBase

선지별 해설

① X — '직류 통과'가 틀린 표현이다. 정상상태에서 커패시터는 직류에 개방회로로 작용하므로, 올바르게는 '직류 차단, 교류 통과'이다.
② O — 커패시터는 직류 바이어스 성분을 차단하면서 반송파·오디오와 같은 교류 신호를 다음 회로로 전달한다.
③ X — '교류 차단'이 틀린 표현이다. 동작 주파수에서 커패시터의 리액턴스가 충분히 작도록 설계하므로, 올바르게는 '직류 차단, 교류 통과'이다.
④ X — 직류와 교류의 작용을 서로 바꾼 표현이다. 올바르게는 '직류 차단, 교류 통과'이다.

오답 포인트

커패시터에 충전 전류가 순간적으로 흐르는 현상을 직류가 계속 통과하는 것으로 오해하기 쉽다. 충분한 시간이 지난 정상상태에서는 직류 전류가 흐르지 않으며, 시간에 따라 변하는 교류 성분은 통과할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

커패시터의 역할을 묻는 회로에서는 정상상태 직류에 대해 개방, 교류에 대해 주파수 의존 임피던스라는 기준을 적용한다. 신호 경로에 직렬로 놓인 커패시터는 직류를 분리하고 교류를 결합하는 용도로 판단한다.

암기 포인트

커패시터는 정상상태에서 직류는 차단하고 교류는 통과시킨다.

NoteBase

문 17. 다음 중 부울함수를 간단히 한 것으로 가장 옳은 것은?

① $A + \overline{A}B = AB$

② $\overline{AB} + AB = A \oplus B$

③ $(A + B) \cdot (A + \overline{B}) = A\overline{B}$

④ $(A + B) \cdot (A + C) = A + BC$

정답 4번

출제 포인트

부울대수의 분배 법칙, 흡수 법칙, 보수 법칙을 적용하여 각 식의 좌변과 우변이 같은지 판단하는 문제이다.

조건 정리

부울대수에서 덧셈 기호 +는 OR, 곱셈은 AND, 윗줄은 NOT을 뜻한다. 같은 문자가 보수와 곱해지면 $A\overline{A} = 0$이고, 보수와 더해지면 $A + \overline{A} = 1$이다.

사용할 공식

핵심 항등식은 $X + \overline{X}Y = X + Y$와 $(X + Y)(X + Z) = X + YZ$이다. 각 선지의 좌변을 이 항등식으로 간소화한 뒤 제시된 우변과 비교한다.

계산 과정

① $A + \overline{A}B = (A + \overline{A})(A + B) = 1 \cdot (A + B) = A + B$이다.
② $\overline{AB} + AB$는 두 입력이 같을 때 1이 되는 XNOR 식이다.
③ $(A + B)(A + \overline{B}) = A + B\overline{B} = A$이다.
④ $(A + B)(A + C) = A + BC$이다.

선지 판단

① X — 좌변은 AB가 아니라 $A + B$로 간소화된다. 올바르게는 $A + \overline{A}B = A + B$이다.
② X — 좌변은 XOR이 아니라 XNOR이다. 올바르게는 $\overline{AB} + AB = \overline{A \oplus B}$이다.
③ X — 좌변은 $A\overline{B}$가 아니라 A로 간소화된다. 올바르게는 $(A + B)(A + \overline{B}) = A$이다.
④ O — $(A + B)(A + C) = AA + AC + AB + BC = A + BC$이므로 좌변과 우변이 같다.

오답 포인트

①에서는 흡수형 항등식의 결과를 곱으로 착각하기 쉽고, ②에서는 XOR과 XNOR을 뒤바꾸기 쉽다. ③에서는 $B\overline{B} = 0$을 적용하면 좌변이 A만 남는다는 점을 놓치기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

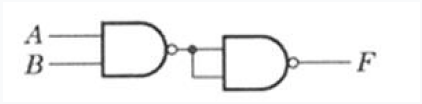
공통 문자 A가 들어간 두 합의 곱은 $(A+B)(A+C)=A+BC$로 정리한다. 식이 의심스러우면 먼저 항등식으로 간소화하고, 필요하면 입력값에 0과 1을 대입해 좌변과 우변이 항상 같은지 확인한다.

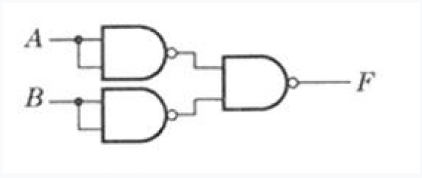
암기 포인트

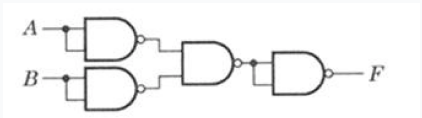
$(X+Y)(X+Z)=X+YZ$, 같으면 1인 식 $XY+\overline{XY}$는 XNOR이다.

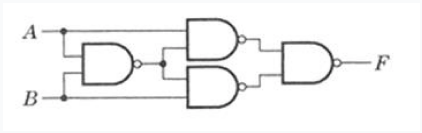
NoteBase

문 18. 다음 중 NAND 게이트를 이용해 구성한 논리회로 중 NOR 게이트에 해당하는 것은?

① 

② 

③ 

④ 

정답 3번

출제 포인트

NAND 게이트의 두 입력을 하나로 묶으면 $\overline{X \cdot X} = \overline{X}$가 되어 NOT 게이트로 동작한다. 각 단계의 출력을 차례로 식으로 바꾸어 최종 출력이 NOR 함수 $F = \overline{A + B}$인지 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① X

첫 NAND의 출력은 $N_1 = \overline{AB}$이고, 다음 NAND는 두 입력이 N_1으로 묶인 반전기이므로 $F = \overline{N_1} = AB$이다. NOR가 아니라 AND 회로이다.

② X

앞의 두 NAND는 각각 입력이 묶여 있어 $\overline{A}, \overline{B}$를 만든다. 따라서 마지막 출력은 $F = \overline{\overline{AB}} = A + B$이다. NOR가 아니라 OR 회로이다.

③ O

앞의 두 NAND가 $\overline{A}, \overline{B}$를 만들고, 가운데 NAND의 출력은 $\overline{\overline{AB}} = A + B$가 된다. 마지막 NAND는 두 입력이 묶인 반전기이므로 $F = \overline{A + B}$가 되어 NOR 게이트와 같다.

④ X

첫 NAND의 출력을 $N_1 = \overline{AB}$라 하면 다음 두 출력은 $N_2 = \overline{AN_1}, N_3 = \overline{BN_1}$이고, 마지막 출력은 $F = \overline{N_2 N_3} = A \oplus B$이다. NOR가 아니라 XOR 회로이다.

NoteBase

오답 포인트

출력에 작은 원이 있는 모든 게이트가 NAND라는 점만 보고 회로 전체도 NAND라고 판단하면 안 된다. 특히 입력 두 선을 묶은 NAND는 반전기로 동작하므로, ②는 OR에서 끝나고 ③은 그 OR 출력을 한 번 더 반전하여 NOR가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 입력이 서로 묶인 NAND를 모두 NOT으로 바꾼 뒤, 왼쪽부터 중간 신호의 논리식을 적는다. 최종식이 $\overline{A+B}$이면 NOR, $A+B$이면 OR, AB이면 AND, $A \oplus B$이면 XOR이다.

암기 포인트

NAND의 입력 묶기 = NOT, 입력을 각각 반전한 뒤 NAND = OR, 그 출력을 다시 반전 = NOR이다.

NoteBase

문 19. 다음 <보기> 중 전력증폭기에 대한 설명으로 옳은 것은 모두 몇 개인가?

<보기>
㉠ A급 증폭기는 동작점(Q점)이 차단영역과 포화영역의 중앙에 위치하도록 하면 최대 출력 신호를 얻을 수 있으며, 이론상 최대 효율은 25%를 넘지 못한다. A급 증폭기는 일그러짐이 거의 없으며 저주파 증폭기 및 완충 증폭기 등에 주로 사용 된다.
㉡ B급 증폭기는 입력신호를 인가했을 때 출력에는 반주기만 전류가 흐르도록 하는 방식으로 이론상 최대 효율은 78.5%로 높은 편이다. 크로스 오버 일그러짐이 없다.
㉢ C급 증폭기는 이론상 최대 효율이 78.5% 이상으로 저주파 전력 증폭에 널리 사용되며, 컬렉터(Collector) 전류가 펄스형태로 흘러 일그러짐이 크므로 이를 줄이기 위해 동조회로의 공진특성을 이용한다.
㉣ AB급 증폭기는 A급 증폭기와 B급 증폭기의 사이에 오도록 바이어스 전압을 가하는 증폭기로 유통각은 $\pi < \theta < 2\pi$ 이다. 전력효율은 A급 증폭기보다는 크고 B급 증폭기보다는 작아 이론상 최대 효율이 78.5% 미만으로 주로 고주파 전력 증폭기 용도로 사용된다.

① 없음
② 1개
③ 2개
④ 3개

정답 2번

출제 포인트

A급·B급·C급·AB급 전력증폭기의 동작점, 도통각, 효율, 일그러짐 및 주된 용도를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

A급은 한 주기 전체에서 소자가 도통하는 선형 증폭 방식으로 일그러짐이 작지만 효율이 낮다. B급은 각 소자가 반주기씩 도통하여 효율이 높지만 영점 부근에서 크로스오버 일그러짐이 생길 수 있다. AB급은 A급과 B급의 중간으로 도통각이 $\pi < \theta < 2\pi$이며, B급의 크로스오버 일그러짐을 줄인다. C급은 도통각이 π보다 작고 일그러짐이 크므로 동조회로와 함께 주로 고주파 전력 증폭에 사용한다.

NoteBase

보기 판단

㉠ O — A급은 Q점을 부하선의 중앙 부근에 두어 대칭적인 최대 출력 진폭을 얻으며, 저항 부하 방식의 이론상 최대 효율은 25%이다. 선형성이 좋아 저주파 증폭기와 완충 증폭기 등에 사용된다.
㉡ X — 틀린 표현은 '크로스오버 일그러짐이 없다'이다. B급 푸시풀 증폭기는 두 소자가 교대하는 영점 부근에서 크로스오버 일그러짐이 생길 수 있다.
㉢ X — 틀린 표현은 '저주파 전력 증폭에 널리 사용'이다. C급은 펄스형 컬렉터 전류의 고조파를 동조회로로 걸러 원하는 주파수 성분을 얻으므로 주로 고주파 전력 증폭에 사용한다.
㉣ X — 틀린 표현은 '주로 고주파 전력 증폭기 용도'이다. AB급은 $\pi < \theta < 2\pi$의 도통각과 A급보다 높고 B급보다 낮은 효율을 가지며, 크로스오버 일그러짐을 줄인 저주파·음성 주파수 전력 증폭에 주로 사용한다.

선지별 해설

① X — '없음'은 옳지 않다. 옳은 보기는 ㉠ 하나이므로 '1개'가 맞다.
② O — 옳은 보기는 ㉠ 하나이므로 1개이다.
③ X — '2개'는 옳지 않다. ㉡·㉢·㉣은 모두 틀리므로 '1개'가 맞다.
④ X — '3개'는 옳지 않다. 옳은 보기는 ㉠뿐이므로 '1개'가 맞다.

오답 포인트

㉡의 높은 효율만 보고 일그러짐도 없다고 판단하거나, ㉢과 ㉣의 주된 용도를 뒤바꾸기 쉽다. B급에는 크로스오버 일그러짐이 있고, 동조회로를 사용하는 고주파 전력 증폭은 C급의 대표 용도이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 도통각을 기준으로 A급 2π, AB급 $\pi < \theta < 2\pi$, B급 π, C급 $\theta < \pi$ 순으로 구분한다. 이어서 B급은 크로스오버 일그러짐, C급은 동조회로와 고주파용이라는 연결 관계를 확인한다.

암기 포인트

A급은 선형성, B급은 고효율과 크로스오버, AB급은 크로스오버 완화, C급은 동조·고주파이다.

NoteBase

문 20. 다음 중 무왜곡 전송(Distortionless Transmission) 채널의 특성에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 모든 주파수 성분에 대하여 감쇠율(혹은 증폭률)이 일정하다.

② 주파수에 대한 위상 특성이 선형적이다.

③ 출력은 입력과 동일한 형태(Shape)를 유지하되 상수 배가 되고 일정 시간 지연될 수 있다.

④ 주파수 영역에서 전달함수(Transfer Function)가 델타 함수이다.

정답 4번

출제 포인트

무왜곡 전송의 조건인 일정한 크기 응답과 선형 위상 응답을 알고, 주파수영역 전달함수와 시간영역 임펄스 응답을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

무왜곡 전송은 입력 파형의 모양을 바꾸지 않고 크기만 일정하게 조정하여 일정 시간 뒤에 출력하는 전송이다. 즉 $y(t) = Kx(t - t_d)$이고, 전달함수는 $H(\omega) = Ke^{-j\omega t_d}$이다. 따라서 크기 응답 $|H(\omega)|$는 모든 주파수에서 일정하고 위상 응답은 주파수에 대한 선형 함수이다. 이에 대응하는 시간영역 임펄스 응답은 $h(t) = K\delta(t - t_d)$이다.

선지별 해설

① O — $|H(\omega)| = K$이므로 모든 주파수 성분이 같은 비율로 감쇠되거나 증폭된다. 주파수마다 크기 비율이 달라지지 않아 파형의 진폭 관계가 보존된다.
② O — 위상은 $-\omega t_d$처럼 주파수에 비례하는 선형 특성을 가진다. 각 주파수 성분에 같은 시간 지연이 적용되므로 위상 왜곡이 생기지 않는다.
③ O — 무왜곡 전송의 출력은 $y(t) = Kx(t - t_d)$이다. 입력과 같은 파형을 유지하면서 상수 배가 되고 일정 시간 지연될 수 있다.
④ X — 틀린 표현은 '주파수 영역에서 전달함수가 델타 함수'이다. 올바르게는 주파수영역 전달함수가 $H(\omega) = Ke^{-j\omega t_d}$이고, 델타 함수 형태는 시간영역 임펄스 응답 $h(t) = K\delta(t - t_d)$이다.

오답 포인트

④는 델타 함수가 등장하는 영역을 바꾸어 놓은 선지이다. 무왜곡 전송에서 델타 함수는 시간영역의 임펄스 응답에 나타나며, 주파수영역 전달함수는 일정한 크기와 선형 위상을 갖는 복소지수 함수이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $y(t) = Kx(t - t_d)$를 기준으로 잡는다. 이를 주파수영역으로 옮기면 $H(\omega) = Ke^{-j\omega t_d}$, 시간영역으로 옮기면 $h(t) = K\delta(t - t_d)$가 되므로, 일정 크기·선형 위상·시간영역 델타를 확인하면 된다.

암기 포인트

무왜곡 전송은 '출력은 상수 배와 시간 지연, 주파수영역은 일정 크기와 선형 위상, 시간영역은 지연된 델타'이다.

NoteBase