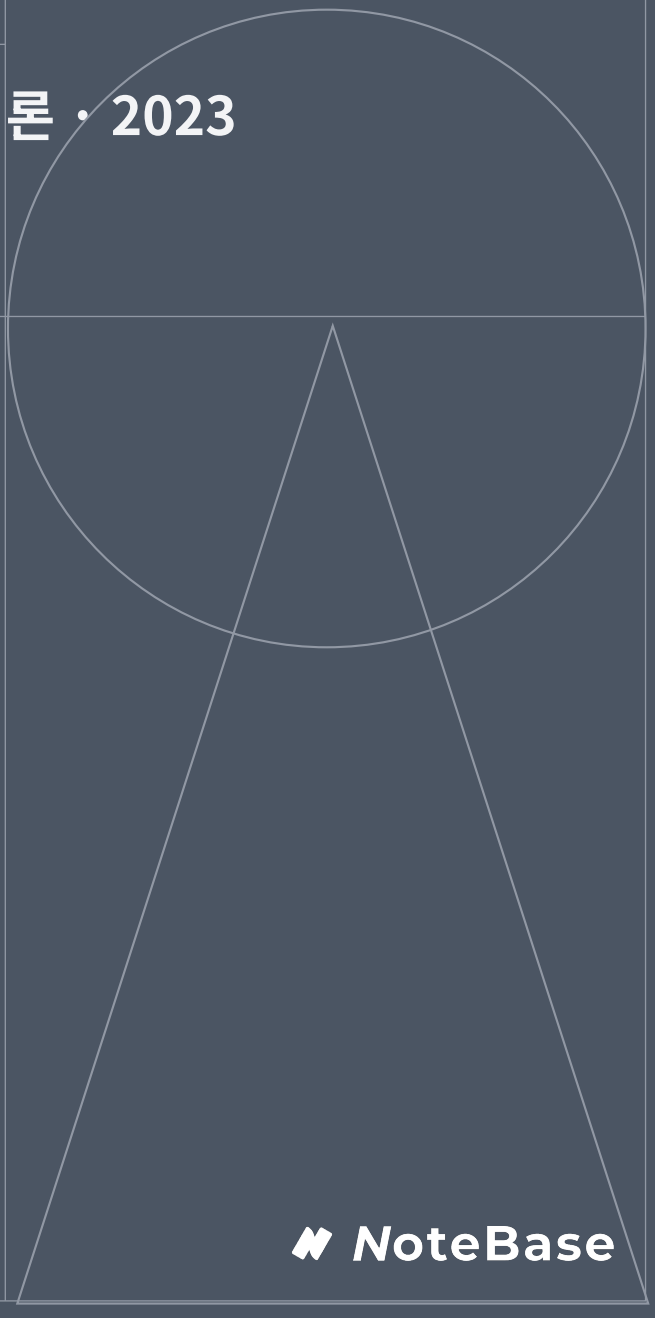
기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 통신이론 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 통신이론 · 2023

공무원/국회직/9급 · 통신이론 · 2023

1. 최고 주파수가 6MHz인 신호를 나이퀴스트(Nyquist)율로 표본화(sampling)한 후 각 표본을 8 비트로 변환하여 전송할 때 비트율[Mbit/s]은?

① 48

② 96

③ 162

④ 216

⑤ 432

정답 2번

출제 포인트

나이퀴스트 표본화율과 표본당 비트 수를 이용하여 PCM 전송 비트율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 신호의 최고 주파수는 6MHz, 표본당 비트 수는 8비트이다.
구해야 할 값: 전송 비트율이다.
주의할 조건: 나이퀴스트율로 표본화하므로 표본화 주파수는 최고 주파수의 2배이다.

사용할 공식

나이퀴스트 표본화 주파수는 $f_s = 2f_{\max}$이고, 전송 비트율은 $R_b = f_s n$이다. 여기서 n은 표본당 비트 수이다.
이 공식은 최고 주파수가 제한된 신호를 나이퀴스트율로 표본화한 뒤 각 표본을 일정한 비트 수로 부호화하여 전송하기 때문에 사용한다.

계산 과정

1. 표본화 주파수를 구한다.
$f_s = 2 \times 6\text{MHz} = 12\text{MHz}$
2. 초당 표본 수에 표본당 8비트를 곱한다.
$R_b = 12 \times 10^6 \times 8 = 96 \times 10^6 \text{bit/s}$
3. 따라서 전송 비트율은 96Mbit/s이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 48Mbit/s는 최고 주파수 6MHz를 그대로 표본화 주파수로 사용하여 나이퀴스트의 2배 조건을 누락한 값이다. 48이 아니라 96Mbit/s가 되어야 한다.
② O — 계산 결과가 96Mbit/s이므로 옳다.
③ X — 162Mbit/s는 $f_s = 2f_{max}$와 $R_b = f_s n$을 적용한 결과와 일치하지 않는다. 162가 아니라 96Mbit/s가 되어야 한다.
④ X — 216Mbit/s는 주어진 최고 주파수와 표본당 8비트로 계산한 값이 아니다. 216이 아니라 96Mbit/s가 되어야 한다.
⑤ X — 432Mbit/s는 나이퀴스트 표본화율에 표본당 8비트를 곱한 결과가 아니다. 432가 아니라 96Mbit/s가 되어야 한다.
계산 결과가 96Mbit/s이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

최고 주파수 6MHz를 곧바로 표본화 주파수로 보는 것이 핵심 함정이다. 나이퀴스트율에서는 먼저 2배하여 12MHz를 구한 뒤, 표본당 8비트를 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

최고 주파수 확인 → 나이퀴스트 표본화율 $2f_{max}$ 계산 → 표본당 비트 수 곱하기 → Mbit/s 단위 확인의 순서로 판단한다.

암기 포인트

나이퀴스트 PCM 비트율은 $R_b = 2f_{max}n$이다.

NoteBase

2. 송신기에서 수신기까지 디지털 신호를 전송할 때 통신 네트워크 성능지표인 지연(latency 또는 delay)의 구성 요소로 옳지 않은 것은?

① 전파 시간(propagation time)
② 전송 시간(transmission time)
③ 처리 시간(processing time)
④ 지터(jitter)
⑤ 큐잉 시간(queueing time)

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 종단 간 지연을 이루는 네 가지 시간 요소와 지터의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

지연은 패킷이 송신기에서 수신기까지 도달하는 데 걸리는 시간이다. 네트워크의 기본 지연 요소는 처리 시간, 큐잉 시간, 전송 시간, 전파 시간이다.
지터는 여러 패킷이 겪는 지연 시간이 일정하지 않고 변하는 정도이므로, 지연의 개별 구성 시간이 아니라 지연 변동을 나타내는 성능지표이다.

선지별 해설

① O — 전파 시간은 신호가 전송 매체를 따라 송신 지점에서 수신 지점까지 이동하는 데 걸리는 시간이므로 지연의 구성 요소이다.
② O — 전송 시간은 패킷의 모든 비트를 통신 링크에 밀어 넣는 데 걸리는 시간이므로 지연의 구성 요소이다.
③ O — 처리 시간은 라우터나 수신 장치가 패킷 헤더를 분석하고 오류 등을 검사하는 데 걸리는 시간이므로 지연의 구성 요소이다.
④ X — 지터는 패킷마다 지연 시간이 달라지는 변동 정도이지 지연을 합산하는 하나의 시간 요소가 아니다. 틀린 표현인 '지연의 구성 요소인 지터'는 '패킷 지연의 변동을 나타내는 지터'로 고쳐야 한다.
⑤ O — 큐잉 시간은 패킷이 라우터 등의 출력 큐에서 전송 순서를 기다리는 시간이므로 지연의 구성 요소이다.

오답 포인트

지터도 통신 네트워크의 성능지표이므로 지연의 구성 요소처럼 보이는 것이 함정이다. 지연은 한 패킷이 겪는 시간의 합이고, 지터는 패킷들 사이에서 그 지연이 얼마나 달라지는지를 나타낸다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

선지가 패킷의 이동 과정에서 실제로 소요되는 시간인지 확인한다. 처리·큐잉·전송·전파는 실제 소요 시간이므로 지연에 더해지고, 지터는 패킷별 지연의 차이이므로 별도의 변동 지표로 판단한다.

암기 포인트

지연의 네 요소는 처리·큐잉·전송·전파이고, 지터는 지연의 변동이다.

NoteBase

3. 2진 변조 방식인 ASK와 FSK에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① ASK는 FSK보다 잡음에 강하고 회로도 비교적 간단하다.

② ASK와 FSK는 비트율과 보오율(baud rate)이 동일하다.

③ ASK는 단극 형태의 2진 데이터에 대응하여 반송파를 on 시키거나 off 시키는 방식으로 동작하기 때문에 OOK(On-Off Keying)라고도 한다.

④ ASK는 반송파의 진폭을 변화시키는 방식이고 FSK는 반송파의 주파수를 변화시키는 방식이다.

⑤ ASK와 FSK 모두 디지털 데이터를 아날로그 신호로 변환할 때 사용된다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 2진 ASK와 FSK의 변조 원리, 잡음 특성, 비트율과 보오율의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

ASK: 디지털 데이터에 따라 반송파의 진폭을 바꾸는 디지털 변조 방식이다. 진폭 변화가 판단 기준이며, 잡음에 비교적 약하지만 회로가 간단하다.
FSK: 디지털 데이터에 따라 반송파의 주파수를 바꾸는 디지털 변조 방식이다. 주파수 변화가 판단 기준이며, ASK보다 잡음에 강하다.
OOK: 비트에 따라 반송파를 켜거나 끄는 방식으로, 한쪽 진폭을 0으로 둔 2진 ASK의 한 형태이다.
2진 ASK와 2진 FSK는 한 심벌이 1비트를 나타내므로 비트율과 보오율이 같다.

선지별 해설

① X - ASK는 정보가 실리는 진폭이 잡음의 영향을 직접 받으므로 FSK보다 잡음에 강하지 않고 비교적 약하다. '잡음에 강하고'가 틀린 표현이며, 올바르게는 'ASK는 FSK보다 잡음에 약하지만 회로는 비교적 간단하다'이다.
② O - 2진 ASK와 2진 FSK에서는 한 심벌이 1비트를 나타내므로 비트율과 보오율이 동일하다.
③ O - 단극 2진 데이터에 따라 반송파를 켜거나 끄는 ASK를 OOK라고 한다. 즉 한 비트에서는 반송파가 존재하고 다른 비트에서는 반송파가 없다.
④ O - ASK는 반송파의 진폭을 변화시키고, FSK는 반송파의 주파수를 변화시킨다. 두 방식의 핵심 구분 기준을 정확히 설명한 선지이다.
⑤ O - ASK와 FSK는 모두 디지털 데이터를 반송파의 연속적인 정현파 특성에 실어 아날로그 신호로 전송하는 디지털 변조 방식이다.

NoteBase

오답 포인트

①은 '회로가 비교적 간단하다'는 맞는 특징과 '잡음에 강하다'는 틀린 특징을 한 문장에 섞었다. ASK는 구조가 간단하다는 장점이 있지만, 진폭 잡음의 영향을 직접 받으므로 FSK보다 잡음에 약하다.

다시 나오면 이렇게 판단

ASK는 진폭, FSK는 주파수를 바꾼다는 기준으로 먼저 구분한다. 잡음 내성은 진폭에 정보를 싣는 ASK가 더 약하고 FSK가 더 강하다고 판단한다. 2진 변조에서는 한 심벌이 1비트이므로 비트율과 보오율이 같다.

암기 포인트

ASK는 진폭·간단·잡음에 약함, FSK는 주파수·잡음에 강함, 반송파를 켜고 끄는 ASK는 OOK이다.

NoteBase

4. 다음 식은 저역통과필터(LPF)의 입출력전압 $\mathrm{V_i}$, $\mathrm{V_o}$에 대한 주파수 응답을 나타낸다. 이 필터의 3dB 대역폭 차단주파수 $\mathrm{f_c}$ [Hz]는?

$$\left|\frac{\mathrm{V_o}(\omega)}{\mathrm{V_i}(\omega)}\right| = \left|\frac{1}{1+\mathrm{j}\omega\mathrm{RC}}\right| = \frac{1}{\sqrt{1+(\omega\mathrm{RC})^2}}$$

$$(\text{단, } \mathrm{RC} = \frac{1}{10000\pi})$$

① 800
② 1,200
③ 2,600
④ 3,000
⑤ 5,000

정답 5번

출제 포인트

저역통과필터의 크기 응답이 통과대역 기준으로 3dB 감소하는 조건을 이용하여 차단주파수 f_c를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 크기 응답: $|V_o(\omega)/V_i(\omega)| = 1/\sqrt{1+(\omega RC)^2}$
주어진 시정수: $RC = 1/(10000\pi)$s
구해야 할 값: 3dB 대역폭 차단주파수 f_c
주의할 조건: 각주파수 ω_c의 단위는 rad/s이고, 주파수 f_c의 단위는 Hz이므로 $\omega_c = 2\pi f_c$로 변환한다.

사용할 공식

$|H(\omega_c)| = \frac{1}{\sqrt{2}}$, $\omega_c RC = 1$, $f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{1}{2\pi RC}$
3dB 감소는 전력비가 1/2, 전압 크기비가 $1/\sqrt{2}$가 되는 지점이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 차단점에서 $1/\sqrt{1+(\omega_c RC)^2} = 1/\sqrt{2}$이므로 $(\omega_c RC)^2 = 1$이고, 양의 주파수에서 $\omega_c RC = 1$이다.
2. $RC = 1/(10000\pi)$s를 대입하면 $\omega_c = 1/RC = 10000\pi$rad/s이다.
3. 이를 주파수로 변환하면 $f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{10000\pi}{2\pi} = 5000$Hz이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 800Hz는 계산 결과 5000Hz와 다르다. '800Hz'를 '5000Hz'로 고쳐야 한다.
② X — 1200Hz는 $f_c = 1/(2\pi RC)$에 주어진 RC를 대입한 값이 아니다. '1200Hz'를 '5000Hz'로 고쳐야 한다.
③ X — 2600Hz는 각주파수와 주파수의 변환 $\omega = 2\pi f$를 적용한 결과와 일치하지 않는다. '2600Hz'를 '5000Hz'로 고쳐야 한다.
④ X — 3000Hz는 $1/(2\pi RC)$의 계산값이 아니다. '3000Hz'를 '5000Hz'로 고쳐야 한다.
⑤ O — $f_c = 1/(2\pi RC) = 5000$Hz이므로 계산 결과와 정확히 일치한다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 $\omega_c = 1/RC = 10000\pi$rad/s를 그대로 Hz로 읽는 것이다. 문제는 f_c를 묻고 있으므로 반드시 2π로 나누어야 한다. 또한 3dB 감소의 전압 크기비는 1/2가 아니라 $1/\sqrt{2}$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

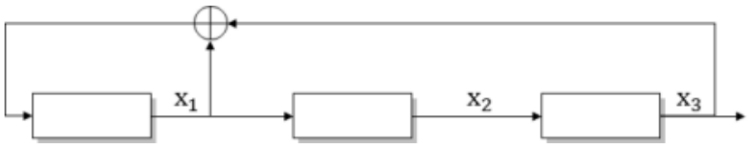
1차 저역통과필터에서는 먼저 3dB 조건을 $|H| = 1/\sqrt{2}$로 바꾸고, $\omega_c RC = 1$을 얻은 뒤 $f_c = \omega_c/(2\pi)$로 단위를 변환한다.

암기 포인트

1차 RC 저역통과필터의 차단주파수는 $\omega_c = 1/RC$, $f_c = 1/(2\pi RC)$이다.

NoteBase

5. 다음 그림의 PN(Pseudo Noise) 부호 발생기에서 쉬프트 레지스터의 수가 3개일 때 최장 PN 부호의 주기는?



① 3
② 5
③ 7
④ 9
⑤ 11

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 쉬프트 레지스터의 단수로 최장 PN 부호의 주기, 즉 서로 다른 상태가 반복되기 전까지의 길이를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 쉬프트 레지스터 수는 3개이다.
구해야 할 값: 최장 PN 부호의 주기이다.
주의할 조건: 모든 레지스터가 0인 상태는 다음 상태도 계속 0이 되므로 PN 부호의 순환 상태에서 제외된다.

사용할 공식

레지스터가 n개인 최장 PN 부호의 주기는 $N = 2^n - 1$이다.

n개의 이진 레지스터가 만들 수 있는 상태는 2^n개이지만, 영 상태 1개를 제외한 모든 비영 상태를 순환하는 경우가 최장 주기이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 레지스터 수를 $n = 3$으로 둔다.
2. 최장 주기 공식에 대입하면 $N = 2^3 - 1$이다.
3. 따라서 $N = 8 - 1 = 7$이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- 3은 계산 결과 7과 다르다. 틀린 값 3은 올바르게는 7이다.

② X

- 5는 $2^3 - 1$의 계산 결과가 아니다. 틀린 값 5는 올바르게는 7이다.

③ O

- $2^3 - 1 = 7$이므로 최장 PN 부호의 주기와 일치한다.

④ X

- 9는 3단 레지스터가 만들 수 있는 전체 상태 수 8보다도 크므로 최장 주기가 될 수 없다. 틀린 값 9는 올바르게는 7이다.

⑤ X

- 11은 $2^3 - 1$의 계산 결과가 아니다. 틀린 값 11은 올바르게는 7이다.

오답 포인트

레지스터 수 3을 그대로 주기로 보거나 전체 상태 수 $2^3 = 8$을 답으로 보는 것이 함정이다. 최장 PN 부호에서는 영 상태를 제외하므로 전체 상태 수에서 반드시 1을 뺀다.

다시 나오면 이렇게 판단

최장 PN 부호의 주기를 묻는 경우 레지스터 수를 n으로 놓고 $2^n - 1$을 계산한다.

암기 포인트

n단 최장 PN 주기 = $2^n - 1$, 영 상태 1개를 제외한다.

NoteBase

6. 에너지 신호와 전력 신호에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 에너지 신호의 평균 전력은 0이다.

② 전력 신호의 에너지는 무한대이다.

③ 에너지 신호도 아니고 전력 신호도 아닌 신호가 존재한다.

④ 주기 신호는 전력 신호이다.

⑤ $f(t)=\begin{cases} e^{-t}, & t \geq 0 \\ 0, & t<0 \end{cases}$인 신호는 전력 신호이다.

정답 5번

출제 포인트

에너지 신호와 전력 신호를 총에너지와 평균 전력의 값으로 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

에너지 신호: 총에너지 $E=\int_{-\infty}^{\infty}|f(t)|^2dt$가 $0<E<\infty$인 신호이며 평균 전력은 0이다.
전력 신호: 평균 전력 $P=\lim_{T\to\infty}\frac{1}{2T}\int_{-T}^{T}|f(t)|^2dt$가 $0<P<\infty$인 신호이며 총에너지는 무한대이다.
영 신호는 총에너지와 평균 전력이 모두 0이므로 어느 쪽에도 속하지 않는다.

선지별 해설

① O — 에너지 신호는 유한한 총에너지를 가지므로 무한 시간 평균을 취한 평균 전력은 0이다.
② O — 전력 신호는 0이 아닌 유한한 평균 전력을 무한 시간 동안 가지므로 총에너지는 무한대이다.
③ O — 영 신호는 $E=0, P=0$이므로 $0<E<\infty$와 $0<P<\infty$ 중 어느 조건도 만족하지 않는다.
④ O — 0이 아닌 유한한 평균 제곱값을 갖는 주기 신호는 한 주기의 에너지가 계속 반복되므로 평균 전력은 유한한 양수이고 총에너지는 무한대인 전력 신호이다.
⑤ X — 틀린 표현은 '전력 신호'이다. 이 신호의 총에너지는 $E=\int_{0}^{\infty}e^{-2t}dt=\frac{1}{2}$로 유한하고 평균 전력은 0이다. 올바르게는 '에너지 신호'이다.

오답 포인트

⑤의 함수가 $t\geq 0$에서 무한히 지속된다는 이유만으로 전력 신호라고 판단하기 쉽다. 지속 시간이 아니라 $|f(t)|^2$의 적분이 유한한지를 확인해야 하며, 지수감쇠 신호 $e^{-t}u(t)$는 유한 에너지를 갖는다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $E=\int_{-\infty}^{\infty}|f(t)|^2dt$를 확인한다. $0<E<\infty$이면 에너지 신호이고, 에너지가 무한대이면 평균 전력 P가 $0<P<\infty$인지 확인하여 전력 신호로 판단한다. $E=P=0$인 영 신호는 둘 다 아니다.

NoteBase

암기 포인트

유한 에너지·0 전력은 에너지 신호, 무한 에너지·유한 양의 전력은 전력 신호이다.

NoteBase

7. 단위 임펄스 함수 $\delta(t)$와 단위 계단 함수 $u(t)$의 합성 신호 $x(t)=\delta(t-5)+u(t)-u(t-2)$ 일 때 $\int_{-\infty}^{\infty}x(t)dt$ 값은?

① 2
② 3
③ 4
④ 5
⑤ 6

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단위 임펄스 함수의 전체 면적과 단위 계단 함수의 차로 만들어진 직사각형 펄스의 면적을 합하여 신호의 전체 적분값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 신호는 $x(t)=\delta(t-5)+u(t)-u(t-2)$이다.
$\delta(t-5)$는 $t=5$에서 면적이 1인 단위 임펄스이다.
$u(t)-u(t-2)$는 $0\le t<2$에서 값이 1이고 그 밖에서는 0인 폭 2의 직사각형 펄스이다.

사용할 공식

단위 임펄스의 이동 위치와 관계없이 전체 적분값은 1이다.
$\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t-t_0)dt=1$
또한 계단 함수의 차 $u(t)-u(t-T)$는 $0\le t<T$에서 높이 1인 펄스이므로 전체 적분값은 폭 T와 같다. 이 문제에서는 두 성분의 전체 면적을 선형적으로 더할 수 있으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 임펄스 성분의 면적은 1이다.
$\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t-5)dt=1$
2. 계단 함수 차의 면적은 높이 1, 폭 2인 직사각형의 면적이므로 2이다.
$\int_{-\infty}^{\infty}[u(t)-u(t-2)]dt=\int_{0}^{2}1dt=2$
3. 두 면적을 합하면 다음과 같다.
$\int_{-\infty}^{\infty}x(t)dt=1+2=3$

NoteBase

선지 판단

① X — 2는 계단 함수 차의 면적만 계산하고 임펄스의 면적 1을 누락한 값이다. 적분값은 2가 아니라 3이다.
② O — 임펄스 면적 1과 직사각형 펄스 면적 2의 합이 3이므로 옳다.
③ X — 전체 면적은 4가 아니라 $1 + 2 = 3$이다.
④ X — 전체 면적은 5가 아니라 $1 + 2 = 3$이다. 임펄스가 $t = 5$에 있다는 사실은 면적을 5로 만들지 않는다.
⑤ X — 전체 면적은 6이 아니라 $1 + 2 = 3$이다. 임펄스의 이동량 5와 면적 1을 곱해서는 안 된다.
계산 결과가 3이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 $\delta(t - 5)$의 위치 5를 면적으로 착각하는 것이다. 임펄스가 이동해도 전체 면적은 1이다. 또한 $u(t) - u(t - 2)$는 두 무한 구간의 적분을 따로 계산하는 것이 아니라 $0 \le t < 2$에서만 값이 1인 유한 폭 펄스로 해석해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

합성 신호의 전체 적분은 각 성분의 면적을 따로 구해 더한다. 이동된 단위 임펄스는 면적 1로 처리하고, $u(t - a) - u(t - b)$ 형태는 두 전이 시점 사이의 높이와 폭을 확인하여 직사각형 면적으로 계산한다.

암기 포인트

단위 임펄스는 위치와 무관하게 면적 1이고, 계단 함수의 차는 높이와 폭을 곱한 면적이다.

NoteBase

8. 메시지 신호 $m(t)=2\cos(10\pi t)$와 반송파 신호 $c(t)=4\cos(1000\pi t)$를 사용하여 DSB-SC(Double Sideband Suppressed Carrier)로 변조한다. 이 변조된 신호의 평균전력 [W]은?

① 8

② 12

③ 16

④ 20

⑤ 32

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 DSB-SC 변조 신호를 두 측파대 성분으로 전개하고, 서로 다른 주파수의 정현파 전력을 더해 평균전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 메시지 신호는 $m(t)=2\cos(10\pi t)$, 반송파 신호는 $c(t)=4\cos(1000\pi t)$이다.
구해야 할 값: DSB-SC 변조 신호 $s(t)=m(t)c(t)$의 평균전력이다.
주의할 조건: 두 측파대는 주파수가 서로 다르므로 각 정현파의 평균전력을 각각 구한 뒤 합한다. 전력은 1Ω 부하를 기준으로 계산한다.

사용할 공식

곱을 합으로 바꾸는 공식은 $2\cos A\cos B=\cos(A+B)+\cos(A-B)$이다. 진폭이 A인 정현파의 평균전력은 $P=A^2/2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: DSB-SC 신호는 메시지 신호와 반송파 신호의 곱이며, 이를 상측파대와 하측파대의 합으로 전개하면 각 성분의 전력을 직접 계산할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 변조 신호는 다음과 같다.
$s(t)=m(t)c(t)=8\cos(10\pi t)\cos(1000\pi t)$
2. 곱-합 공식을 적용하면 다음과 같이 진폭이 각각 4인 두 측파대가 된다.
$s(t)=4\cos(1010\pi t)+4\cos(990\pi t)$
3. 각 측파대의 평균전력은 $4^2/2=8W$이므로 전체 평균전력은 다음과 같다.
$P_s=8+8=16W$

NoteBase

선지 판단

① X — $8W$은 두 측파대 중 한 성분의 전력만 계산한 값이다. ‘8’은 틀린 값이며, 두 측파대 전력을 합한 올바른 값은 $16W$이다.
② X — 두 측파대의 전력은 각각 $8W$이므로 $12W$가 될 수 없다. ‘12’는 틀린 값이며, 올바른 값은 $16W$이다.
③ O — 두 측파대의 평균전력 $8W$과 $8W$을 합하면 $16W$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 두 측파대 전력의 합은 $16W$이므로 $20W$는 과대 계산한 값이다. ‘20’은 틀린 값이며, 올바른 값은 $16W$이다.
⑤ X — $32W$는 측파대 진폭 4에 대한 평균전력 계산에서 제곱평균의 1/2을 반영하지 않는 등의 오류로 나올 수 있다. ‘32’는 틀린 값이며, 올바른 값은 $16W$이다.
계산 결과가 $16W$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

한 측파대의 전력 $8W$만 구하고 멈추는 것이 핵심 함정이다. DSB-SC 신호에는 상측파대와 하측파대가 모두 있으므로 두 전력을 합해야 한다. 또한 정현파 전력은 진폭의 제곱 자체가 아니라 진폭 제곱의 절반이다.

다시 나오면 이렇게 판단

DSB-SC 전력 문제는 먼저 $m(t)c(t)$를 곱-합 공식으로 두 측파대에 전개하고, 각 성분에 $A^2/2$를 적용한 뒤 서로 다른 주파수 성분의 전력을 합하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

DSB-SC는 ‘두 측파대의 전력 합’이며, 정현파 한 성분의 평균전력은 $A^2/2$이다.

NoteBase

9. 다음에서 설명하는 디지털 선로 부호화 방식으로 옳은 것은?

> ○ 입력신호 0에 대해서는 펄스를 전송하지 않으나 1에 대해서는 이전 1의 펄스 극성을 변화시키는 방식이다.
> ○ 전송되는 부호의 평균값이 0이므로 직류 성분이 포함되지 않는다.
> ○ 전송 부호가 교대로 변환되므로 전송 오류의 검출이 용이하다.

① 양극 RZ(Return to Zero) 부호
② 맨체스터(Manchester) 부호
③ AMI(Alternate Mark Inversion) 부호
④ 다이코드(Dicode) 부호
⑤ 차동(Differential) 부호

정답 3번

출제 포인트

입력 0과 1을 어떤 펄스로 표현하는지, 그리고 그 결과 직류 성분과 오류 검출 특성이 어떻게 나타나는지를 이용해 디지털 선로 부호를 식별하는 문제이다.

핵심 개념

AMI(Alternate Mark Inversion)는 0을 무펄스로 보내고, 1이 나타날 때마다 펄스의 극성을 양·음으로 번갈아 보내는 3진 선로 부호이다. 따라서 양·음 펄스가 상쇄되어 평균값이 0에 가까우므로 직류 성분이 억제되고, 같은 극성의 펄스가 연속되는 양극성 위반을 통해 일부 전송 오류를 검출할 수 있다.
양극 RZ는 각 비트 구간 안에서 펄스가 0 준위로 복귀하는 방식이고, 맨체스터 부호는 각 비트 중앙의 전이로 정보를 나타내며, 다이코드 부호는 연속한 두 입력 비트의 차를 부호화하고, 차동 부호는 절대 준위가 아니라 준위의 변화 여부로 정보를 나타낸다.

NoteBase

선지별 해설

① X
양극 RZ(Return to Zero)는 비트 구간 중간에 신호가 0 준위로 복귀하는 부호이다. 틀린 부분은 제시된 세 특징을 양극 RZ의 특징으로 본 점이다. 올바르게는 0을 무펄스로, 1을 교대 극성 펄스로 보내는 방식은 AMI 부호이다.

② X
맨체스터(Manchester) 부호는 각 비트의 중앙에서 반드시 전이가 발생하며, 그 전이 방향으로 0과 1을 구별하는 부호이다. 틀린 부분은 1이 나올 때마다 펄스 극성이 교대로 바뀐다고 본 점이다. 올바르게는 그 특징은 AMI 부호에 해당한다.

③ O
AMI(Alternate Mark Inversion)는 0에는 펄스를 보내지 않고 1에는 이전 1과 반대 극성의 펄스를 보낸다. 양·음 펄스의 교대로 평균값이 0에 가까워 직류 성분이 억제되며, 같은 극성의 1 펄스가 연속되는 규칙 위반을 이용해 일부 오류도 검출할 수 있으므로 제시된 설명과 모두 일치한다.

④ X
다이코드(Dicode) 부호는 현재 비트와 이전 비트의 차를 이용하므로 입력이 변할 때 양 또는 음의 펄스가 나타나고, 입력이 같으면 0 준위가 나타나는 방식이다. 틀린 부분은 모든 1의 극성을 교대로 반전한다고 본 점이다. 올바르게는 모든 1의 펄스 극성을 교대로 보내는 방식은 AMI 부호이다.

⑤ X
차동(Differential) 부호는 신호의 절대 극성보다 이전 상태에 대한 변화 또는 무변화로 비트 정보를 표현하는 방식이다. 틀린 부분은 1마다 양·음 펄스를 의무적으로 교대한다고 본 점이다. 올바르게는 이러한 교대 극성 규칙은 AMI 부호의 규칙이다.

오답 포인트

‘극성이 바뀐다’는 표현만 보고 차동 부호를 고르기 쉽다. 그러나 제시문은 단순한 상태 변화가 아니라 ‘0은 무펄스, 1은 직전 1과 반대 극성’이라는 규칙을 함께 제시한다. 이 조합이 AMI를 결정하는 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 0의 표현을 확인한다. 0이 무펄스이고 1의 극성이 +, -, +, -처럼 교대하면 AMI이다. 각 비트 중앙에 반드시 전이가 있으면 맨체스터 부호이고, 입력 변화 여부를 부호화하면 차동 계열로 판단한다.

암기 포인트

AMI는 0은 쉬고, 1은 양·음으로 번갈아 보낸다.

NoteBase

10. 디지털 이진 수신기에서 정합 필터(matched filter)를 이용하여 신호 검출 시 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 정합 필터의 임펄스 응답은 신호대 잡음비를 최대로 한다.

② 정합 필터의 임펄스 응답은 입력 신호를 시간 축 상에 반전시키고 그것을 지연시킨다.

③ 표본 순간에 정합 필터 출력과 상관기 출력은 같다.

④ 정합 필터는 선형 시불변 필터이다.

⑤ 정합 필터는 심볼간 간섭(Inter-Symbol Interference)에도 강하다.

정답 5번

출제 포인트

정합 필터의 목적, 임펄스 응답의 형태, 상관기와의 등가성 및 심볼간 간섭에 대한 성질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

정합 필터는 가산성 백색 가우스 잡음 환경에서 정해진 표본 순간의 출력 신호대잡음비를 최대로 만드는 선형 시불변 필터이다. 목표 신호가 $s(t)$이고 표본 시각이 T이면 임펄스 응답은 일반적으로 $h(t) = ks^*(T - t)$의 형태이며, 이는 목표 신호를 시간 반전하고 지연한 뒤 복소 신호에서는 켤레를 취한 것이다. 정합 필터와 상관기는 표본 순간에 같은 검출 통계량을 만든다. 다만 이러한 잡음 최적화 성질이 심볼간 간섭까지 자동으로 제거한다는 뜻은 아니다.

선지별 해설

① O — 정합 필터는 정해진 표본 순간의 출력 신호대잡음비를 최대로 하도록 설계된다.

② O — 임펄스 응답은 목표 입력 파형을 시간 반전하고 표본 시각만큼 지연한 형태이다. 복소 신호에서는 켤레도 취한다.

③ O — 적절히 구성된 정합 필터와 상관기는 표본 순간에 동일한 검출 통계량을 출력한다.

④ O — 정합 필터의 임펄스 응답은 시간에 따라 변하는 계수가 아니라 시간차에 의해 정해지므로 선형 시불변 필터이다.

⑤ X — 틀린 표현은 '심볼간 간섭에도 강하다'이다. 정합 필터는 잡음 속에서 표본 순간의 신호대잡음비를 최대화하지만 심볼간 간섭을 본질적으로 제거하지는 않는다. 올바르게는 '정합 필터는 가산성 백색 가우스 잡음에 대해 표본 순간의 출력 신호대잡음비를 최대화하며, 심볼간 간섭 억제에는 나이퀴스트 펄스 성형이나 등화 등의 별도 조건·기법이 필요하다'이다.

NoteBase

오답 포인트

①의 ‘잡음비 최대’와 ⑤의 ‘심볼간 간섭에 강함’을 같은 성질로 오해하기 쉽다. 정합 필터가 최적화하는 대상은 잡음에 대한 표본 순간의 신호대잡음비이며, 다른 심볼의 파형이 겹치는 심볼간 간섭은 별개의 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

정합 필터 문제에서는 ‘시간 반전·지연·복소 켤레’, ‘표본 순간 신호대잡음비 최대’, ‘상관기와 등가’, ‘선형 시불변’을 옳은 성질로 묶는다. 심볼간 간섭의 자동 제거를 주장하면 잡음 최적화와 간섭 억제를 혼동한 표현으로 판단한다.

암기 포인트

정합 필터는 잡음에 맞선 신호대잡음비 최적 필터이지, 심볼간 간섭을 자동으로 없애는 필터는 아니다.

NoteBase

11. 이동통신에서 단말기가 현재의 기지국에서 다른 기지국으로 이동할 때 통화가 끊기지 않도록 다른 기지국으로 넘겨주는 기술은?

① 핸드오버(hand-over) 또는 핸드오프(hand-off) 기술

② 로밍(roaming) 기술

③ 전력제어(power control) 기술

④ 공간 다이버시티(space diversity) 기술

⑤ 주파수 재사용(frequency reuse) 기술

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이동 중인 단말기의 통화 연결을 유지하면서 담당 기지국을 바꾸는 기술과 이동통신의 다른 핵심 기술을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

핸드오버 또는 핸드오프: 통화 중인 단말기가 한 셀에서 다른 셀로 이동할 때 통화 연결을 유지한 채 담당 기지국과 무선 채널을 전환하는 기술이다. 키워드는 '통화 중 기지국 전환'이다.
로밍: 가입자가 자신의 홈 네트워크를 벗어나 다른 사업자나 지역의 네트워크에서도 서비스를 이용하게 하는 기술이다. 키워드는 '서비스 이용 범위의 확장'이다.
전력제어: 단말기나 기지국의 송신 전력을 통신 상태에 맞게 조절하여 간섭을 줄이고 통신 품질과 전력 효율을 확보하는 기술이다.
공간 다이버시티: 서로 떨어진 둘 이상의 안테나에서 얻은 신호를 이용하여 페이딩의 영향을 줄이는 기술이다.
주파수 재사용: 충분히 떨어진 셀에서 동일한 주파수 자원을 반복 사용하여 주파수 이용 효율과 시스템 용량을 높이는 기술이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 핸드오버 또는 핸드오프는 통화 중인 단말기가 셀 경계를 넘어갈 때 연결을 끊지 않고 담당 기지국을 바꾸는 기술이므로 문제의 설명과 일치한다.
② X — 틀린 표현은 '로밍 기술'이다. 로밍은 홈 네트워크 밖에서도 다른 네트워크를 통해 서비스를 이용하게 하는 기술이며, 통화 중 담당 기지국을 넘기는 기술은 핸드오버 또는 핸드오프이다.
③ X — 틀린 표현은 '전력제어 기술'이다. 전력제어는 송신 전력을 조절하여 간섭과 전력 소모를 줄이는 기술이며, 기지국 간 통화 연결의 인계는 핸드오버 또는 핸드오프이다.
④ X — 틀린 표현은 '공간 다이버시티 기술'이다. 공간 다이버시티는 공간적으로 분리된 안테나의 신호를 이용해 페이딩을 완화하는 기술이며, 이동에 따른 기지국 전환은 핸드오버 또는 핸드오프이다.
⑤ X — 틀린 표현은 '주파수 재사용 기술'이다. 주파수 재사용은 충분히 떨어진 셀에서 같은 주파수를 반복 사용하여 주파수 이용 효율을 높이는 기술이며, 통화 중 기지국을 바꾸는 기술은 핸드오버 또는 핸드오프이다.

오답 포인트

'다른 기지국이나 네트워크를 이용한다'는 공통점 때문에 핸드오버와 로밍을 혼동하기 쉽다. 이 문항의 결정적 표현은 '이동할 때 통화가 끊기지 않도록 다른 기지국으로 넘겨준다'이며, 이는 서비스 지역의 확장이 아니라 진행 중인 연결의 기지국 간 인계를 뜻한다.

다시 나오면 이렇게 판단

통화 중 셀을 이동하면서 담당 기지국을 바꾸면 핸드오버 또는 핸드오프, 홈 네트워크 밖에서 서비스를 이용하면 로밍으로 판단한다. 송신 전력 조절은 전력제어, 여러 위치의 안테나로 페이딩을 줄이는 것은 공간 다이버시티, 떨어진 셀에서 같은 주파수를 다시 쓰는 것은 주파수 재사용이다.

암기 포인트

통화 연결을 넘기면 핸드오버, 서비스 지역을 넘나들면 로밍이다.

NoteBase

12. 신호 $x(t)=20\cos(20\pi t+4\pi t^5)$의 순시 주파수 [Hz]는?

① $20+10t^4$

② $20+10t^5$

③ $10+10t^5$

④ $10+10t^4$

⑤ $30+10t^4$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 신호의 전체 위상을 시간에 대해 미분하여 순시 각주파수를 구한 뒤, 이를 2π로 나누어 순시 주파수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 신호: $x(t) = 20\cos(20\pi t + 4\pi t^5)$
전체 위상: $\theta(t) = 20\pi t + 4\pi t^5$
구해야 할 값: 순시 주파수 $f_i(t)$
주의할 조건: 진폭 20은 순시 주파수 계산에 영향을 주지 않으며, 위상 전체를 미분해야 한다.

사용할 공식

$f_i(t) = \frac{1}{2\pi}\frac{d\theta(t)}{dt}$
코사인 신호의 위상 변화율은 순시 각주파수이므로, 이를 2π로 나누면 단위가 Hz인 순시 주파수가 된다.

계산 과정

1. 전체 위상을 $\theta(t) = 20\pi t + 4\pi t^5$로 둔다.
2. 위상을 미분하면 $\frac{d\theta(t)}{dt} = 20\pi + 20\pi t^4$이다.
3. 이를 2π로 나누면 $f_i(t) = \frac{20\pi + 20\pi t^4}{2\pi} = 10 + 10t^4$이다. 따라서 순시 주파수는 $10 + 10t^4$Hz이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $20 + 10t^4$는 상수항을 잘못 계산한 식이다. $20\pi/(2\pi) = 10$이므로 올바른 식은 $10 + 10t^4$이다.
② X — $20 + 10t^5$는 상수항과 지수를 모두 잘못 처리한 식이다. t^5를 미분하면 $5t^4$가 되므로 올바른 식은 $10 + 10t^4$이다.
③ X — $10 + 10t^5$는 위상을 미분하면서 t^5의 지수를 낮추지 않은 식이다. 올바른 식은 $10 + 10t^4$이다.
④ O — 위상 미분값 $20\pi + 20\pi t^4$를 2π로 나누면 $10 + 10t^4$가 된다.
⑤ X — $30 + 10t^4$는 상수항을 잘못 계산한 식이다. 올바른 식은 $10 + 10t^4$이다.

오답 포인트

진폭 20을 주파수 계산에 포함하거나, 위상 $4\pi t^5$를 미분한 뒤 지수가 t^4로 바뀐다는 점을 놓치기 쉽다. 또한 위상 미분값은 각주파수이므로 2π로 나누어야 Hz 단위의 주파수가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

코사인 내부의 전체 위상 $\theta(t)$만 분리한 뒤, $\theta(t)$를 시간 미분하고 2π로 나누는 순서로 판단한다. 마지막에는 미분으로 지수가 변했는지와 단위가 Hz인지 확인한다.

암기 포인트

순시 주파수는 '위상 미분을 2π로 나눈 값'이다: $f_i(t) = \theta'(t)/(2\pi)$.

NoteBase

13. 통신 관련 기술에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 우리나라의 지상파 디지털 TV는 8-VSB(Vestigial Side Band) 변조 기술을 적용한 유럽의 DVB(Digital Video Broadcasting) 방식을 채택하고 있다.

② 전송 채널의 대역폭이 6MHz이고 수신신호의 신호대 잡음비가 63일 때, 최대 채널 용량은 36Mbps이다.

③ 우리나라에서 초단파(VHF) 대역은 FM 라디오 방송, 해상/항공 무전기, 지상파 아날로그 TV 방송, 지상파 DMB 방송 등에 사용된다.

④ 반송파대 잡음비(CNR)는 통신 시스템의 성능 측정을 위해 사용된다.

⑤ 반송파 주파수가 2GHz인 셀룰러 이동전화 단말기에서 1/4 파장 안테나를 사용한다면 길이는 3.75cm이다. (빛의 속도는 3×10^8 [m/sec]이다)

정답 1번

출제 포인트

지상파 디지털 TV의 전송 방식, 채널 용량, VHF의 용도, 반송파대 잡음비, 1/4 파장 안테나 길이 등 통신의 기본 개념을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

우리나라의 지상파 디지털 TV 방식은 미국식 ATSC 계열이며 8-VSB 변조 방식을 사용한다. 유럽식 DVB-T는 8-VSB가 아니라 다중 반송파 방식인 COFDM을 사용한다.
채널 용량은 샤논 공식 $C = B\log_2(1 + S/N)$으로 구하며, 파장은 $\lambda = c/f$, 1/4 파장 안테나 길이는 $\lambda/4$이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '8-VSB 변조 기술을 적용한 유럽의 DVB 방식을 채택'했다는 부분이다. 우리나라 지상파 디지털 TV는 8-VSB를 사용하는 미국식 ATSC 방식을 채택했다. 유럽의 DVB-T는 COFDM 방식을 사용한다.
② O — 샤논 채널 용량 공식에 $B = 6MHz$, $S/N = 63$을 대입하면
$C = 6\times10^6\log_2(1+63) = 6\times10^6\log_2 64 = 36\times10^6 bps = 36Mbps$이다.
③ O — VHF 대역은 FM 라디오 방송, 해상·항공 무선통신, 지상파 아날로그 TV 방송, 지상파 DMB 방송 등에 사용된다.
④ O — 반송파대 잡음비(CNR)는 수신 반송파 전력과 잡음 전력의 비로, 반송파를 사용하는 통신 시스템의 성능을 평가하는 지표이다.
⑤ O — $f = 2GHz$일 때 파장은 $\lambda = c/f = (3\times10^8)/(2\times10^9) = 0.15m = 15cm$이다. 따라서 1/4 파장 안테나의 길이는 $15/4 = 3.75cm$이다.

NoteBase

오답 포인트

①은 '8-VSB'라는 기술명 자체는 맞게 제시하면서 이를 유럽의 DVB와 연결한 것이 함정이다. ②에서는 신호대잡음비 63에 바로 로그를 취하는 것이 아니라 샤논 공식의 $1 + S/N$에 따라 $1 + 63 = 64$를 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

디지털 TV 방식은 '우리나라·미국식 ATSC·8-VSB'와 '유럽식 DVB-T·COFDM'을 한 묶음으로 구별한다. 수치 선지는 채널 용량이면 $C = B\log_2(1 + S/N)$, 안테나 길이면 먼저 $\lambda = c/f$를 적용해 검산한다.

암기 포인트

한국 지상파 DTV는 ATSC·8-VSB, 유럽 DVB-T는 COFDM이다. $C = B\log_2(1 + S/N)$, $\lambda = c/f$이다.

NoteBase

14. 어떤 통신회선이 전송속도 500bps로 2시간 전송 했을 때 오류 비트 수가 36bit였다면 비트 오류율은 얼마인가?

① 0.5×10^{-5}

② 1.0×10^{-5}

③ 1.8×10^{-5}

④ 2.0×10^{-5}

⑤ 3.6×10^{-5}

정답 2번

출제 포인트

비트 오류율(BER)을 오류 비트 수와 전체 전송 비트 수의 비로 계산하는 문제이다.

조건 정리

전송속도: $500bit/s$

전송시간: $2h = 2 \times 3{,}600s = 7{,}200s$

오류 비트 수: $36bit$

구해야 할 값: 비트 오류율

사용할 공식

BER=오류 비트 수전체 전송 비트 수

전체 전송 비트 수는 전송속도에 전송시간을 곱해 구한다. 비트 오류율은 전송된 전체 비트 가운데 오류가 발생한 비트의 비율이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 전송시간을 초로 바꾸면 $2 \times 3{,}600 = 7{,}200s$이다.
2. 전체 전송 비트 수는 $500bit/s \times 7{,}200s = 3{,}600{,}000bit = 3.6 \times 10^6 bit$이다.
3. 비트 오류율은 다음과 같다.

$\text{BER} = \frac{36}{3.6 \times 10^6} = 1.0 \times 10^{-5}$

NoteBase

선지 판단

① X — 0.5×10^{-5}는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 1.0×10^{-5}이다.
② O — 오류 비트 수 36을 전체 전송 비트 수 3.6×10^{6}으로 나누면 1.0×10^{-5}가 된다.
③ X — 1.8×10^{-5}는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 1.0×10^{-5}이다.
④ X — 2.0×10^{-5}는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 1.0×10^{-5}이다.
⑤ X — 3.6×10^{-5}는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 1.0×10^{-5}이다.

오답 포인트

전송시간 2시간을 그대로 전송속도에 곱하면 안 된다. 전송속도의 단위가 초당 비트이므로 2시간을 7,200초로 바꾼 뒤 전체 전송 비트 수를 구해야 한다. 또한 비트 오류율의 분모는 전송시간이 아니라 전체 전송 비트 수이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 시간 단위를 초로 통일하고, 전송속도와 시간을 곱해 전체 전송 비트 수를 구한 뒤, 오류 비트 수를 전체 전송 비트 수로 나눈다.

암기 포인트

BER=오류 비트 수÷전체 전송 비트 수, 전체 전송 비트 수=전송속도×전송시간이다.

NoteBase

15. 푸리에 변환(Fourier transform)의 성질로 옳지 않은 것은? (신호 $x(t)$의 푸리에 변환은 $X(\omega)$라 가정한다)

① 시간 영역에서 두 함수의 컨볼루션(convolution)은 주파수 영역에서는 두 함수 스펙트럼의 곱셈으로 표현된다.

② a가 상수일 때 $x(at)$의 푸리에 변환은 $\frac{1}{|a|}X(\frac{\omega}{a})$와 같다.

③ 시간 영역에서 미분은 주파수 영역에서 $j\omega$를 곱한 것과 같다.

④ 시간 영역에서 시간 천이는 주파수 영역에서 진폭과 위상을 변화시킨다.

⑤ 쌍대성이 성립하여 $X(t)$의 푸리에 변환은 $x(-\omega)$가 된다.

정답 4번

출제 포인트

푸리에 변환의 컨벌루션, 시간 스케일링, 미분, 시간 천이, 쌍대성 성질을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

시간 천이는 주파수 영역에서 선형 위상 인자를 곱하는 연산이다. 즉, $x(t-t_0)$의 푸리에 변환은 $e^{-j\omega t_0}X(\omega)$이므로 스펙트럼의 크기는 그대로이고 위상만 $-\omega t_0$만큼 변한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
시간 영역의 컨벌루션은 주파수 영역에서 두 푸리에 변환의 곱 형태에 대응한다. 정규화 방식에 따라 상수 계수는 달라질 수 있지만 컨벌루션과 스펙트럼 곱의 대응은 성립한다.

② O
시간 스케일링 성질에 따라 $x(at) \leftrightarrow \frac{1}{|a|}X(\frac{\omega}{a})$이다.

③ O
시간 미분은 주파수 영역에서 $j\omega$를 곱하는 것에 대응하므로 $\frac{dx(t)}{dt} \leftrightarrow j\omega X(\omega)$이다.

④ X
틀린 표현은 '진폭과 위상을 변화시킨다'이다. 시간 천이는 $e^{-j\omega t_0}$를 곱하므로 진폭 스펙트럼은 변하지 않고 위상만 변한다. 올바르게는 '시간 영역의 시간 천이는 주파수 영역에서 위상만 변화시킨다'이다.

⑤ O
문항에서 전제한 푸리에 변환의 정규화에 따른 쌍대성으로 $x(t) \leftrightarrow X(\omega)$이면 $X(t) \leftrightarrow x(-\omega)$의 관계가 성립한다.

오답 포인트

④의 '진폭과 위상'이라는 표현이 함정이다. 시간 천이로 곱해지는 복소지수의 크기는 항상 1이므로 진폭은 유지되고 위상만 달라진다. 또한 쌍대성의 상수 계수는 푸리에 변환의 정의와 정규화 방식에 따라 달라질 수 있으므로 이 문항이 전제한 변환쌍을 기준으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

시간 이동이 보이면 먼저 $e^{-j\omega t_0}$를 떠올린다. 이 인자의 절댓값은 1이므로 크기 스펙트럼은 그대로이고 위상에만 선형 항이 더해진다고 판단한다.

암기 포인트

시간 천이 → 크기 불변, 위상만 선형 이동이다.

16. 직교 주파수 분할 다중(OFDM) 전송방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 다중 경로에 의한 심볼간 간섭(ISI)을 제거하기 위해서 보호구간(GI)을 사용한다.

② 도플러(Doppler) 효과에 취약한 단점을 갖는다.

③ WiBro, WiFi, LTE 통신 시스템에서 사용되고 있다.

④ 부반송파(subcarrier)에 심벌을 할당하는 부반송파 매핑 방식을 사용한다.

⑤ 첨두전력대 평균전력비(PAPR)가 작아서 증폭기의 선형성을 잘 유지할 수 있다.

정답 5번

출제 포인트

OFDM의 다중 경로 대응, 도플러 민감성, 적용 시스템, 부반송파 매핑, 첨두전력대 평균전력비(PAPR) 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

OFDM은 고속 데이터를 여러 개의 서로 직교하는 부반송파에 나누어 병렬 전송하는 다중 반송파 방식이다. 보호구간은 다중 경로로 인한 심볼간 간섭을 줄이지만, 부반송파의 직교성이 흔들리는 도플러 효과에는 취약하다. 또한 여러 부반송파 신호가 같은 위상으로 겹칠 수 있어 PAPR이 큰 편이다.

선지별 해설

① O — 보호구간(GI), 특히 순환 전치 구간을 두면 지연된 다중 경로 신호가 다음 심볼에 미치는 영향을 줄여 심볼간 간섭(ISI)을 방지할 수 있다.
② O — 도플러 효과로 주파수 편이가 발생하면 부반송파 사이의 직교성이 깨져 부반송파간 간섭이 생길 수 있으므로 OFDM은 도플러에 취약하다.
③ O — OFDM 계열 전송 방식은 WiBro, WiFi, LTE와 같은 광대역 무선 통신 시스템에 사용된다.
④ O — 입력 데이터 심볼을 여러 부반송파에 할당하는 부반송파 매핑을 사용하여 병렬로 전송한다.
⑤ X — 틀린 표현은 ‘PAPR가 작아서’이다. 여러 부반송파가 같은 위상으로 합쳐질 때 큰 첨두전력이 나타나므로 OFDM의 PAPR은 크며, 이 때문에 증폭기의 선형성을 유지하기가 어렵다. 올바르게는 ‘PAPR이 커서 증폭기의 선형성 유지와 전력 효율 측면에서 불리하다’이다.

오답 포인트

OFDM이 주파수 선택적 페이딩과 다중 경로에 강하다는 장점을 전력 증폭 특성까지 좋은 것으로 확대하면 ⑤를 놓치기 쉽다. OFDM은 다중 경로에는 강하지만 여러 부반송파의 합성 때문에 PAPR은 크다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

OFDM의 특성은 '보호구간으로 ISI 완화, 직교성 훼손에는 취약, 다수 부반송파의 합성으로 PAPR 증가'의 세 축으로 판단한다. PAPR이 작거나 전력 증폭 효율이 좋다는 표현은 우선 틀린 진술로 검토한다.

암기 포인트

OFDM은 다중 경로에는 강하고, 도플러와 높은 PAPR에는 약하다.

NoteBase

17. 한 채널 당 90kHz의 대역폭을 갖는 통신시스템이 1MHz~10MHz 사이의 주파수 스펙트럼에서 활용할 수 있는 채널 수는 최대 몇 개인가?

① 50
② 100
③ 150
④ 200
⑤ 250

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 전체 사용 가능 주파수 대역폭을 한 채널의 대역폭으로 나누어 배치 가능한 최대 채널 수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 주파수 범위: $1MHz$부터 $10MHz$까지
한 채널의 대역폭: $90kHz$
구해야 할 값: 주어진 스펙트럼에 겹치지 않게 배치할 수 있는 최대 채널 수
주의할 조건: 상한 주파수와 하한 주파수의 차이로 전체 대역폭을 먼저 구하고, MHz와 kHz의 단위를 통일한다.

사용할 공식

$$N_{\max} = \left\lfloor \frac{B_{\text{total}}}{B_{\text{channel}}} \right\rfloor$$

각 채널이 동일하게 $90kHz$의 대역폭을 차지하므로, 전체 사용 가능 대역폭을 채널 하나의 대역폭으로 나누면 최대 채널 수를 구할 수 있다.

계산 과정

1. 전체 사용 가능 대역폭을 구한다.

$B_{\text{total}} = 10MHz - 1MHz = 9MHz$

2. 단위를 통일한다.

$9MHz = 9{,}000kHz$

3. 전체 대역폭을 한 채널의 대역폭으로 나눈다.

$N_{\max} = \frac{9{,}000kHz}{90kHz} = 100$

따라서 활용할 수 있는 최대 채널 수는 100개이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 50개는 계산 결과 100개와 일치하지 않는다. 50이 아니라 100이 올바른 값이다.
② O — 9,000*kHz*를 90*kHz*로 나누면 100이므로 옳다.
③ X — 150개를 배치하려면 13,500*kHz*의 대역폭이 필요하여 주어진 9,000*kHz*를 초과한다. 150이 아니라 100이 올바른 값이다.
④ X — 200개를 배치하려면 18,000*kHz*의 대역폭이 필요하여 사용 가능 대역폭의 두 배가 된다. 200이 아니라 100이 올바른 값이다.
⑤ X — 250개를 배치하려면 22,500*kHz*의 대역폭이 필요하여 주어진 범위에 들어갈 수 없다. 250이 아니라 100이 올바른 값이다.

오답 포인트

주파수 범위가 1*MHz*부터 10*MHz*까지라고 해서 전체 대역폭을 10*MHz*로 잡으면 안 된다. 전체 대역폭은 상한에서 하한을 뺀 9*MHz*이다. 또한 9*MHz*를 9,000*kHz*로 바꾸어 채널 대역폭과 단위를 맞춰야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

주파수 구간이 주어지면 먼저 상한 주파수에서 하한 주파수를 빼 전체 대역폭을 구한다. 그다음 단위를 통일하고 전체 대역폭을 채널당 대역폭으로 나눈다. 나누어떨어지지 않으면 온전히 들어가는 채널만 세므로 소수점 이하는 버린다.

암기 포인트

최대 채널 수는 '전체 대역폭 ÷ 채널당 대역폭'이며, 전체 대역폭은 '상한 주파수 − 하한 주파수'이다.

NoteBase

18. 랜덤 변수 X에 대한 확률 밀도함수(probability density function) $f_X(x)$의 성질에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? ($F_X(x)$는 랜덤 변수 X의 누적 분포함수(cumulative distribution function)이다)

① 모든 x에 대하여 $f_X(x) \geq 0$이다.

② $\int_{-\infty}^{\infty} f_X(x)dx = 1$

③ $F_X(x) = \int_{0}^{x} f_X(\alpha)d\alpha$

④ $f_X(x) = \frac{dF_X(x)}{dx}$

⑤ $P\{x_1 < X \leq x_2\} = \int_{x_1}^{x_2} f_X(x)dx$

정답 3번

출제 포인트

확률밀도함수의 비음성·정규화 조건과 누적분포함수 및 구간확률과의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

확률밀도함수 $f_X(x)$는 연속형 확률변수의 확률이 각 구간에 어떻게 분포하는지를 나타내는 함수이다. 모든 x에서 $f_X(x) \geq 0$이고 전체 면적은 1이다. 누적분포함수는 일반적으로 $F_X(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^{x} f_X(\alpha)d\alpha$이며, 미분 가능한 점에서는 $f_X(x) = \frac{dF_X(x)}{dx}$이다.

선지별 해설

① O — 확률밀도는 음수가 될 수 없으므로 모든 x에 대하여 $f_X(x) \geq 0$이다.

② O — 확률변수가 전체 실수 범위 안에 있을 확률은 1이므로 $\int_{-\infty}^{\infty} f_X(x)dx = 1$이다.

③ X — 틀린 부분은 적분 하한을 0으로 둔 것이다. X가 음수 값을 가질 수도 있으므로 일반식은 $F_X(x) = \int_{-\infty}^{x} f_X(\alpha)d\alpha$이다. 하한을 0으로 쓸 수 있는 것은 X가 음수가 될 수 없고 그 아래에서 밀도가 0인 경우 등으로 한정된다.

④ O — 누적분포함수를 미분할 수 있는 점에서는 $f_X(x) = \frac{dF_X(x)}{dx}$가 성립한다.

⑤ O — 연속형 확률변수에서는 한 점의 확률이 0이므로 $P(x_1 < X \leq x_2) = F_X(x_2) - F_X(x_1) = \int_{x_1}^{x_2} f_X(x)dx$이다.

NoteBase

오답 포인트

③의 적분 형태만 보고 맞다고 판단하기 쉽지만, 누적분포함수는 왼쪽 끝인 $-\infty$부터 x까지 확률을 누적한다. 문제에 $X \geq 0$이라는 조건이 없으므로 하한 0은 일반적으로 성립하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

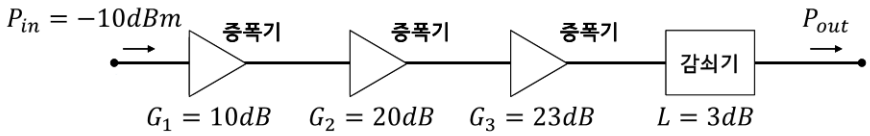
확률밀도함수 문제에서는 비음성, 전체 적분값 1, $-\infty$부터의 누적, 누적분포함수의 미분, 구간 적분의 다섯 관계를 차례로 확인한다. 적분 하한이 0이면 확률변수의 지지집합이 음이 아닌 범위로 제한되었는지를 확인한다.

암기 포인트

밀도는 음이 아니고 전체 면적은 1이며, 누적은 $-\infty$에서 시작한다.

NoteBase

19. 다음 통신 시스템에서 출력 전력 P_{out}값 [dBm]은? (L은 손실이고 G_i는 증폭기 이득이다)



① 40
② 46
③ 50
④ 56
⑤ 60

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직렬로 연결된 통신 시스템에서 dB 단위의 증폭기 이득은 더하고 감쇠기 손실은 빼서 출력 전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 입력 전력은 $P_{in} = -10dBm$, 증폭기 이득은 각각 $G_1 = 10dB$, $G_2 = 20dB$, $G_3 = 23dB$, 감쇠기 손실은 $L = 3dB$이다.
구해야 할 값: 출력 전력 P_{out}이다.
주의할 조건: 증폭기 이득은 양수로 더하고 손실은 빼야 한다.

사용할 공식

$P_{out} = P_{in} + G_1 + G_2 + G_3 - L$

dBm으로 나타낸 전력에 dB로 나타낸 이득과 손실이 순차적으로 적용되므로 곱셈이나 나눗셈이 아니라 덧셈과 뺄셈으로 계산한다.

계산 과정

1. 전체 증폭 이득은 $10 + 20 + 23 = 53dB$이다.
2. 감쇠기 손실 $3dB$를 반영한 순이득은 $53 - 3 = 50dB$이다.
3. 입력 전력에 순이득을 더하면 $P_{out} = -10 + 50 = 40dBm$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 40dBm이므로 옳다.
② X — ‘46dBm’은 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 출력 전력은 40dBm이다.
③ X — ‘50dBm’은 순이득 50dB를 출력 전력으로 잘못 본 값이다. 올바르게는 입력 전력 −10dBm까지 반영한 40dBm이다.
④ X — ‘56dBm’은 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 출력 전력은 40dBm이다.
⑤ X — ‘60dBm’은 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 출력 전력은 40dBm이다.

오답 포인트

감쇠기 손실 $L = 3dB$를 이득처럼 더하거나, 순이득 50dB 자체를 출력 전력으로 선택하기 쉽다. 출력 전력은 반드시 입력 전력에 순이득을 더해 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 시스템의 dB 계산에서는 ‘입력 전력 + 모든 이득 - 모든 손실’의 순서로 식을 세우고, 최종 전력 단위가 dBm인지 확인한다.

암기 포인트

dB 이득은 더하고 dB 손실은 빼며, 그 순이득을 입력 dBm에 더하면 출력 dBm이 된다.

NoteBase

20. 다중 접속(Multiple Access) 방식에 대한 설명으로 옳은 것은?

① TDMA는 여러 사용자가 데이터를 전송하는 주파수 대역을 다르게 하여 간섭을 피하도록 하는 방식이다.

② FDMA는 여러 사용자의 신호가 차지하는 시간 슬롯을 다르게 하여 구별하는 방식이다.

③ CDMA는 통신 채널을 시간적으로 여러 사용자가 같이 사용할 수 있으나 주파수적으로는 여러 사용자가 같이 사용할 수 없다.

④ CDMA는 사용자별로 다른 코드를 부여하여 간섭을 피하도록 한다.

⑤ TDMA와 FDMA는 사실상 시간을 나누어 사용한다는 측면에서 동일하다고 할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 TDMA, FDMA, CDMA가 사용자를 구분하는 기준인 시간, 주파수, 코드를 정확히 비교하는 문제이다.

핵심 개념

TDMA: 하나의 주파수 채널을 여러 사용자가 서로 다른 시간 슬롯으로 나누어 사용하는 다중 접속 방식이다. 키워드는 시간 분할이다.
FDMA: 전체 주파수 대역을 여러 개의 주파수 채널로 나누고 사용자마다 서로 다른 대역을 할당하는 방식이다. 키워드는 주파수 분할이다.
CDMA: 여러 사용자가 같은 시간과 같은 주파수 대역을 사용하면서 사용자별로 서로 다른 코드를 부여받아 신호를 구분하는 방식이다. 키워드는 코드 분할이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 'TDMA는 주파수 대역을 다르게 한다'이다. 주파수 대역을 사용자별로 나누는 것은 FDMA이며, TDMA는 같은 주파수 채널의 사용 시간을 서로 다른 시간 슬롯으로 나눈다.

② X
틀린 표현은 'FDMA는 시간 슬롯을 다르게 한다'이다. 시간 슬롯을 나누는 것은 TDMA이며, FDMA는 사용자별로 서로 다른 주파수 대역을 할당한다.

③ X
틀린 표현은 'CDMA는 주파수적으로 여러 사용자가 같이 사용할 수 없다'이다. CDMA에서는 여러 사용자가 같은 시간과 같은 주파수 대역을 함께 사용하고, 서로 다른 코드로 각 사용자의 신호를 구분한다.

④ O
CDMA는 사용자마다 서로 다른 확산 코드를 부여하여 신호를 구분한다. 코드의 상관 특성을 이용해 다른 사용자의 신호를 분리함으로써 다중 접속 간섭을 줄인다.

⑤ X
틀린 표현은 'TDMA와 FDMA는 모두 시간을 나누어 사용한다'이다. TDMA는 시간을 나누지만 FDMA는 주파수 대역을 나누므로 두 방식은 구분 기준이 다르다.

오답 포인트

①과 ②는 TDMA와 FDMA의 구분 기준을 서로 바꿔 놓은 선지이다. 또한 ③은 CDMA가 시간은 공유하지만 주파수는 공유하지 못한다고 제한한 것이 함정이다. CDMA는 시간과 주파수를 함께 공유하고 코드로 사용자를 구별한다.

다시 나오면 이렇게 판단

사용자를 무엇으로 구분하는지만 확인하면 된다. 시간 슬롯이면 TDMA, 주파수 대역이면 FDMA, 사용자별 코드이면 CDMA이다. CDMA는 같은 시간과 같은 주파수 대역의 동시 사용이 가능하다는 점까지 함께 판단한다.

암기 포인트

T는 Time, F는 Frequency, C는 Code이다. TDMA는 시간, FDMA는 주파수, CDMA는 코드로 나눈다.

NoteBase