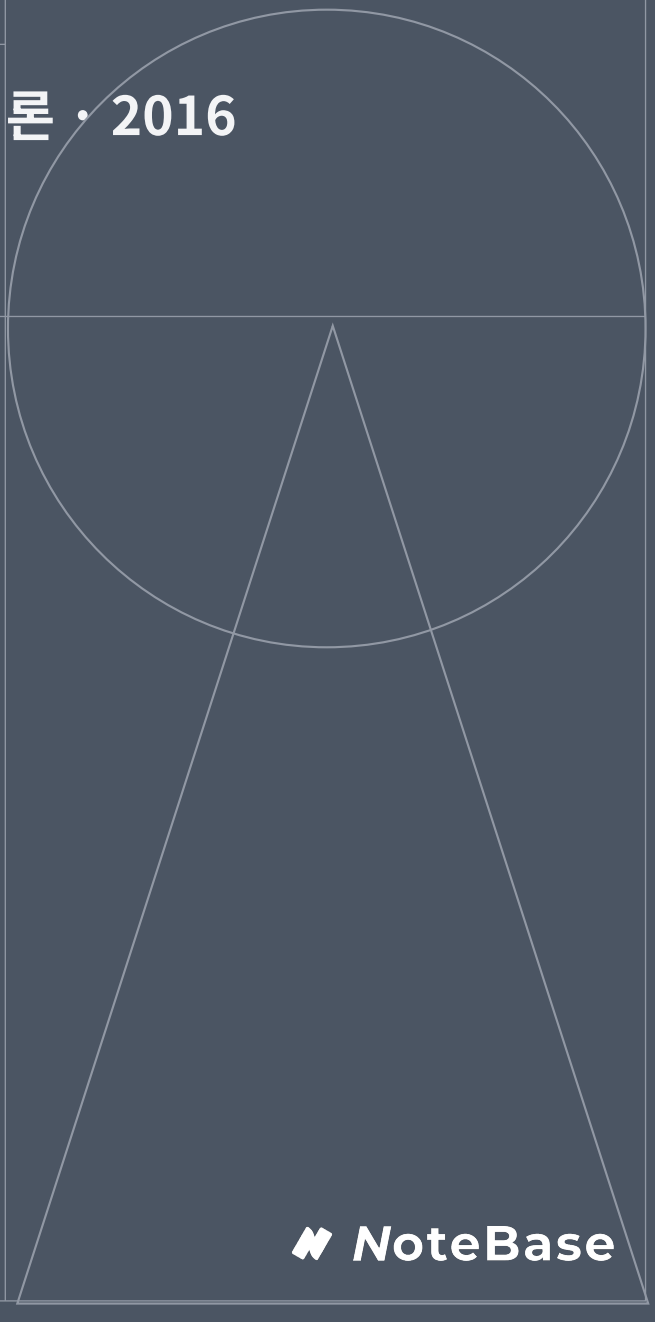
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 통신이론 · 2016



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 통신이론 · 2016

공무원/국가직/7급 · 통신이론 · 2016

문 1. 선형시불변(Linear Time Invariant) 전송시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 주파수 성분이 1개인 신호는 무왜곡(Distortionless) 전송이 가능하다.

② 무왜곡 시스템의 진폭응답은 주파수에 대해 상수이다.

③ 무왜곡 시스템의 위상응답을 주파수에 대해 미분하면 상수가 된다.

④ 상호변조(Intermodulation) 왜곡이 발생할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 선형시불변 전송시스템의 무왜곡 전송 조건과 상호변조 왜곡의 발생 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

무왜곡 전송은 출력이 입력의 크기만 일정 비율로 바뀌고 시간만 일정하게 지연된 형태로 나오는 경우이다.
따라서 주파수 응답은 신호가 차지하는 대역에서 진폭응답이 주파수에 대해 일정하고, 위상응답은 주파수에 대한 1차식이어서 그 미분값인 군지연이 상수가 된다. 상호변조 왜곡은 두 개 이상 주파수 성분이 비선형 소자를 지날 때 새 주파수 성분이 생기는 왜곡이므로 선형시불변 시스템의 성질과 양립하지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① O
주파수 성분이 1개인 정현파는 시스템을 지나도 같은 주파수의 정현파로만 나타난다. 크기와 위상만 바뀌므로 파형 자체는 유지되어 무왜곡 전송이 가능하다.

② O
무왜곡 전송이 되려면 $|H(\omega)|$가 신호 대역에서 주파수에 따라 변하지 않아야 한다. 진폭응답이 대역 내에서 상수이면 각 주파수 성분이 같은 비율로만 증폭 또는 감쇠된다.

③ O
무왜곡 전송의 위상조건은 $\angle H(\omega) = -\omega t_0 + \phi_0$ 같은 선형 위상이다. 이를 주파수에 대해 미분하면 $-t_0$가 되어 상수이므로 군지연이 일정하다.

④ X
틀린 부분은 "상호변조 왜곡이 발생할 수 있다"이다. 상호변조 왜곡은 비선형 시스템에서 서로 다른 주파수 성분이 섞여 새로운 합차 주파수가 생길 때 나타난다. 선형시불변 전송시스템에서는 이런 비선형 혼변조가 발생하지 않는다.

오답 포인트

무왜곡 전송의 주파수영역 조건과 비선형 왜곡의 종류를 분리하지 못하면 ④를 맞는 말처럼 보기 쉽다. 특히 위상응답의 미분이 상수라는 표현을 낯설어해 ③을 고르기 쉬우나, 이는 선형 위상과 같은 뜻이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선형시불변 시스템의 무왜곡 조건이 나오면 먼저 진폭응답은 일정한지, 위상응답은 주파수의 1차식인지 확인한다. 반대로 상호변조, 고조파, 포화 같은 표현이 나오면 비선형 왜곡인지부터 판단한다.

암기 포인트

무왜곡 전송은 "대역 내 일정 이득 + 선형 위상"이고, 상호변조 왜곡은 "비선형에서만 발생"이다.

NoteBase

문 2. 4개의 서로 다른 메시지를 아래 표와 같이 7비트로 각각 부호화하여 전송하는 경우, 수신기에서 부호당 보장되는 정정 가능한 오류의 최대 비트 개수는?

부호화된 메시지
1111111
1010101
1100000
0101010

① 0

② 1

③ 2

④ 3

정답 2번

출제 포인트

최소 해밍거리 $d_{\min}$를 구한 뒤 $t = \left\lfloor \frac{d_{\min} - 1}{2} \right\rfloor$로 오류정정 능력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 7비트 부호어는 1111111, 1010101, 1100000, 0101010이다.
구해야 할 값은 수신기에서 부호당 보장되는 정정 가능한 오류의 최대 비트 개수이다.
주의할 조건은 여러 부호어 쌍의 해밍거리 중 최솟값을 사용해야 한다는 점이다.

사용할 공식

최소 해밍거리를 $d_{\min}$이라 하면 정정 가능한 최대 오류 비트 수는 $t = \left\lfloor \frac{d_{\min} - 1}{2} \right\rfloor$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 서로 다른 부호어 사이의 최소 거리가 수신기가 안전하게 구분할 수 있는 오류 반경을 결정하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1111111과 1010101의 해밍거리는 3이다.
1111111과 1100000의 해밍거리는 5이다.
1111111과 0101010의 해밍거리는 4이다.
1010101과 1100000의 해밍거리는 4이다.
1010101과 0101010의 해밍거리는 7이다.
1100000과 0101010의 해밍거리는 3이다.
따라서 최소 해밍거리는 $d_{\min} = 3$이다.
그러므로 $t = \left\lfloor \frac{3-1}{2} \right\rfloor = 1$이므로 1비트까지 정정할 수 있다.

선지별 해설

① X: 0비트는 오류정정 능력이 전혀 없다는 뜻인데, $d_{\min} = 3$이면 1비트 오류는 정정할 수 있다. 틀린 표현은 최대 비트 개수를 0으로 본 점이고, 올바르게는 1이다.
② O: 최소 해밍거리 3에서 $t = \left\lfloor \frac{3-1}{2} \right\rfloor = 1$이므로 정정 가능한 최대 오류 비트 수는 1이다.
③ X: 2비트를 정정하려면 최소 해밍거리가 적어도 $2t + 1 = 5$여야 한다. 이 문항의 최소 해밍거리는 3이므로 틀리다. 틀린 표현은 2비트까지 정정 가능하다고 본 점이고, 올바르게는 1비트만 보장된다.
④ X: 3비트를 정정하려면 최소 해밍거리가 적어도 7이어야 한다. 일부 부호어 쌍 거리가 7이더라도 전체 최소 해밍거리는 3이므로 3비트 정정은 불가능하다. 틀린 표현은 가장 큰 거리만 보고 판단한 점이고, 올바르게는 최소 거리 3을 기준으로 1비트만 정정 가능하다.

오답 포인트

가장 큰 해밍거리 7이나 특정 쌍의 거리만 보고 판단하면 ③, ④로 흔들리기 쉽다. 오류정정 능력은 항상 모든 부호어 쌍 중 최소 해밍거리로 결정된다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

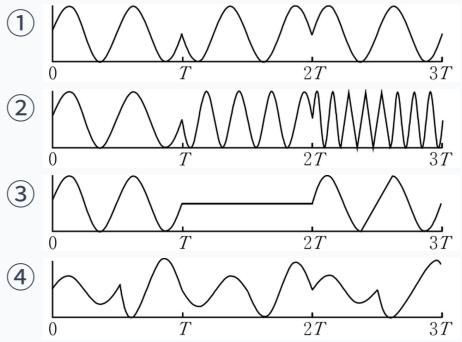
부호어가 여러 개 주어지면 먼저 모든 쌍의 해밍거리를 구해 최솟값 $d_{\min}$을 찾고, 그다음 $t = \left\lfloor \frac{d_{\min}-1}{2} \right\rfloor$를 적용해 정정 가능 비트 수를 판단한다.

암기 포인트

오류정정은 최소 해밍거리로 정해지며, $d_{\min} = 2t + 1$이면 t비트 정정이 가능하다.

NoteBase

문 3. T시간당 1비트를 전송하는 이진 ASK 파형인 것은?



정답 3번

출제 포인트

이 문제는 각 T 구간에서 반송파의 진폭만 두 레벨로 바뀌고 주파수는 일정한지를 보고 이진 ASK 파형을 구별하는 문제이다.

선지별 해설

① X: 진폭 변화가 비트 경계 T에 맞춰 두 상태로 유지되지 않고 T 구간 안에서도 다시 달라진다. 틀린 표현은 '1비트당 T인 이진 ASK'이다. 올바르게는 한 비트 시간 동안 한 진폭 상태가 유지되어야 한다.
② X: 시간축이 갈수록 파형이 촘촘해져 주파수가 변한다. 틀린 표현은 '진폭만 바뀌는 ASK'이다. 올바르게는 주파수가 바뀌면 FSK 계열로 본다.
③ O: T 단위로 파형 상태가 나뉘고, 반송파의 존재 여부 또는 진폭 레벨만 바뀌며 기본적인 주파수 구분은 유지된다. 이진 ASK, 특히 OOK 형태로 해석되는 파형이다.
④ X: 비트 경계 T, $2T$를 기준으로 두 개의 진폭 상태가 정리되지 않고 파형의 크기와 모양이 연속적으로 흔들린다. 틀린 표현은 '이진 ASK'이다. 올바르게는 이진 ASK는 정해진 심볼 구간마다 두 진폭 중 하나만 선택하는 디지털 변조이다.

오답 포인트

진폭이 달라 보인다는 이유만으로 ASK로 고르면 오답이 된다. 먼저 T 간격마다 한 심볼 상태가 유지되는지 보고, 그다음 주파수가 바뀌는지부터 분리해야 한다. ②는 주파수 변화, ①은 비트 구간 내부의 상태 변화가 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

시간축을 먼저 T 단위로 끊어 각 구간에서 무엇이 변하는지 본다. 주파수와 위상은 유지되고 진폭만 두 레벨로 바뀌면 ASK이고, 주파수가 바뀌면 FSK로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

*ASK = amplitude*만 변하고 *FSK = frequency*가 변한다. 이진 ASK는 한 T에 한 진폭 레벨이다.

NoteBase

문 4. 신호 $\sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(t-nT)+\sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(t-0.5T-nT)$의 푸리에 급수 계수는?

① $\frac{1}{T}$
② $\frac{1}{T^2}$
③ $\frac{2}{T}$
④ $\frac{2}{T^2}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 두 델타열을 하나의 등간격 임펄스열로 다시 쓰고, 그 기본주기를 이용해 푸리에 급수 계수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 신호는 $\sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(t-nT)+\sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(t-0.5T-nT)$이다.
구해야 할 값은 이 주기신호의 푸리에 급수 계수이다.
주의할 조건은 주기를 처음 식에 적힌 T로 바로 두지 말고, 실제 임펄스 간격을 보고 기본주기를 다시 잡아야 한다는 점이다.

사용할 공식

$$\sum_{m=-\infty}^{\infty}\delta(t-mT_0)=\sum_{k=-\infty}^{\infty}c_k e^{jk\omega_0 t},\quad c_k=\frac{1}{T_0}$$

이 공식을 쓰는 이유는 주어진 신호를 임펄스 위치만 다시 정리하면 간격이 일정한 주기 T_0의 임펄스열이 되기 때문이다.

계산 과정

1. 첫 번째 항의 임펄스는 $t=\ldots,\ -T,\ 0,\ T,\ 2T,\ \ldots$에 있고, 두 번째 항의 임펄스는 $t=\ldots,\ -0.5T,\ 0.5T,\ 1.5T,\ \ldots$에 있다.
2. 둘을 합치면 임펄스가 $t=\ldots,\ -T,\ -0.5T,\ 0,\ 0.5T,\ T,\ \ldots$에 생기므로 $x(t)=\sum_{m=-\infty}^{\infty}\delta(t-mT/2)$로 쓸 수 있다.
3. 따라서 기본주기는 $T_0=T/2$이다.
4. 임펄스열의 푸리에 급수 계수는 $c_k=1/T_0$이므로 $c_k=1/(T/2)=2/T$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X. $1/T$는 기본주기를 T로 잘못 본 값이다. 이 신호의 실제 임펄스 간격은 $T/2$이다. 틀린 표현은 "계수가 $1/T$이다"이고, 올바르게는 "계수는 $2/T$이다"이다.
② X. $1/T^2$는 임펄스열 푸리에 급수 계수의 형태와 맞지 않는다. 계수는 주기의 역수 꼴이므로 $1/T_0$가 되어야 한다. 틀린 표현은 분모를 제곱한 점이고, 올바르게는 $2/T$이다.
③ O. 두 델타열을 합치면 주기 $T/2$의 임펄스열이 되므로 모든 푸리에 급수 계수는 $2/T$이다.
④ X. $2/T^2$도 분모를 제곱한 것이 잘못이다. 틀린 표현은 "T^2가 분모이다"이고, 올바르게는 "분모는 T이고 값은 $2/T$이다"이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 식에 T가 보인다는 이유만으로 기본주기를 T로 고정하는 점이다. 이 문항은 두 번째 델타열이 $T/2$만큼 이동해 있어서 전체 신호의 실제 반복 간격이 $T/2$로 줄어든다. T^2가 들어간 선택지는 주기의 역수라는 기본 형태를 놓친 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

임펄스열의 합이 나오면 먼저 한 축 위에 실제 임펄스 위치를 나열해 가장 짧은 반복 간격을 찾는다. 그 간격을 T_0로 잡은 뒤, 등간격 임펄스열이면 푸리에 급수 계수를 $1/T_0$로 바로 연결하면 된다.

암기 포인트

등간격 임펄스열의 푸리에 급수 계수는 "임펄스 간격의 역수"이다.

NoteBase

문 5. 수퍼헤테로다인 AM 수신기에서 주파수가 1,600 kHz인 반송파 신호와 주파수가 2,055 kHz인 국부 발진기(Local Oscillator) 출력이 혼합기(Mixer)로 입력된다. 이 혼합기의 출력들 중 선택되는 신호의 주파수가 455 kHz일 때, 이와 동일한 주파수를 얻을 수 있는 영상 주파수(Image Frequency)[kHz]는?

① 690

② 910

③ 1,145

④ 2,510

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 수퍼헤테로다인 수신기에서 중간주파수와 국부발진 주파수의 관계를 이용해 영상 주파수를 구할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 방송파 주파수는 $1600kHz$, 국부발진 주파수는 $2055kHz$, 선택되는 중간주파수는 $455kHz$이다.
구해야 할 값: 같은 혼합기 출력에서 동일한 $455kHz$ 중간주파수를 만드는 영상 주파수이다.
주의할 조건: 국부발진 주파수 $2055kHz$가 수신 주파수 $1600kHz$보다 높으므로 고측 주입 방식이다.

사용할 공식

사용 공식은 $f_{IF} = |f_{LO} - f_s|$ 이고, 영상 주파수는 원하는 수신 주파수의 반대편에서 국부발진기와도 같은 중간주파수 차이를 만드는 주파수이므로 $f_{image} = f_{LO} + f_{IF} = f_s + 2f_{IF}$ 를 사용한다.
이 공식을 쓰는 이유는 혼합기에서 국부발진 주파수와 입력 주파수의 차가 같으면 같은 중간주파수 성분이 나오기 때문이다.

계산 과정

1. 원하는 방송파와 국부발진기의 차를 구하면 $f_{IF} = |2055 - 1600| = 455kHz$ 이다.
2. 영상 주파수는 국부발진기 반대편에서도 같은 차이를 만들어야 하므로 $f_{image} = 2055 + 455 = 2510kHz$ 이다.
3. 같은 식을 원하는 수신 주파수 기준으로 쓰면 $f_{image} = 1600 + 2 \times 455 = 2510kHz$ 이므로 결과가 일치한다.

NoteBase

선지 판단

1번(X): 690kHz는 원하는 주파수 1600kHz에서 $2f_{IF}$를 뺀 값으로 볼 수 있으나, 국부발진기 2055kHz와의 차가 1365kHz이므로 같은 중간주파수를 만들지 못한다. 올바르게는 690kHz가 아니라 2510kHz이다.
2번(X): 910kHz는 $2f_{IF} = 910kHz$ 자체일 뿐 영상 주파수가 아니다. 국부발진기와의 차도 1145kHz라서 조건을 만족하지 않는다. 올바르게는 910kHz가 아니라 2510kHz이다.
3번(X): 1145kHz는 1600 − 455처럼 한 번만 중간주파수를 뺀 값이지만, 국부발진기와의 차가 910kHz가 되어 동일한 455kHz를 만들지 못한다. 올바르게는 1145kHz가 아니라 2510kHz이다.
4번(O): 2510kHz는 국부발진기 2055kHz와의 차가 455kHz이므로 원하는 신호와 동일한 중간주파수를 만든다. 따라서 영상 주파수는 2510kHz이다.

오답 포인트

영상 주파수를 단순히 $f_s \pm f_{IF}$로 처리하면 틀린다. 고측 주입에서는 원하는 주파수와 영상 주파수가 국부발진 주파수를 중심으로 대칭이므로 원하는 주파수에서 $2f_{IF}$만큼 떨어진다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

수퍼헤테로다인 계산형 문제는 먼저 f_{LO}가 f_s보다 큰지 작은지 확인하고, 다음에 $f_{IF} = |f_{LO} - f_s|$를 구한 뒤, 영상 주파수는 원하는 주파수의 반대편에서 같은 차이를 만드는 값으로 판단한다.

암기 포인트

고측 주입에서는 영상 주파수 = 수신 주파수 + $2f_{IF}$, 저측 주입에서는 영상 주파수 = 수신 주파수 - $2f_{IF}$이다.

NoteBase

문 6. 비트 0과 1을 각각 심벌 $d=-1$과 1로 대응시킨 후, 평균과 분산이 각각 0과 2인 가산 백색 가우스 잡음(Additive White Gaussian Noise) 채널을 통해 전송한다. 수신된 신호 $x=-0.2$에 대해, $\ln\frac{f(x|d=-1)}{f(x|d=+1)}$로 정의되는 로그-우도(Log-Likelihood) 값을 구하면? (단, $f(\cdot|\cdot)$는 조건부 확률밀도함수이다)

① -0.2

② 0.2

③ -0.1

④ 0.1

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 AWGN 채널에서 조건부 확률밀도함수를 이용해 로그우도비 $\ln\frac{f(x\mid d=-1)}{f(x\mid d=+1)}$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 심벌은 $d=-1,\ +1$이고 수신 신호는 $x=-0.2$이다.
잡음 조건: 가산 백색 가우스 잡음의 평균은 0, 분산은 $\sigma^2=2$이다.
주의할 조건: 분산 2는 표준편차 2가 아니라 $\sigma^2=2$라는 뜻이므로 확률밀도함수의 지수부 분모는 $2\sigma^2=4$가 된다.

사용할 공식

수신 신호를 $x=d+n$이라 두면 $n\sim\mathcal{N}(0,2)$이므로 $x\mid d=a\sim\mathcal{N}(a,2)$이다.
따라서
$f(x\mid d=a)=\frac{1}{\sqrt{4\pi}}\exp\left(-\frac{(x-a)^2}{4}\right)$
이고, 로그우도비는
$\ln\frac{f(x\mid d=-1)}{f(x\mid d=+1)}$
로 계산한다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 바로 조건부 확률밀도함수의 비의 로그값을 정의했기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. $d=-1$일 때는 $x \mid d=-1 \sim \mathcal{N}(-1,2)$, $d=+1$일 때는 $x \mid d=+1 \sim \mathcal{N}(+1,2)$이다.
2. 공통 상수항은 로그를 취하면 소거되므로 지수부만 비교하면 된다.
3. 따라서
$\ln \frac{f(x \mid d=-1)}{f(x \mid d=+1)} = -\frac{(x+1)^2-(x-1)^2}{4}$
이다.
4. $(x+1)^2-(x-1)^2=4x$이므로
$\ln \frac{f(x \mid d=-1)}{f(x \mid d=+1)} = -\frac{4x}{4} = -x$
이다.
5. $x=-0.2$를 대입하면 값은 0.2이다.

선지별 해설

① X: -0.2는 로그우도비의 분자와 분모를 뒤집어 $\ln \frac{f(x \mid d=+1)}{f(x \mid d=-1)}$로 계산했을 때 나오는 값이다. 이 문제의 올바른 값은 0.2이다.
② O: 위 식에서 로그우도비는 $-x$로 정리되고, $x=-0.2$이므로 0.2가 된다. 조건부 확률밀도함수의 순서와 분산 값이 모두 맞게 반영된 선택지이다.
③ X: -0.1은 분산 2를 표준편차 2로 잘못 보고 분모를 8로 둔 뒤, 로그우도비의 방향까지 뒤집었을 때 생기는 오답이다. 올바른 값은 0.2이다.
④ X: 0.1은 분산 2를 표준편차 2로 오해하여 $2\sigma^2$를 8로 계산했을 때 생기는 오답이다. 문제의 조건은 $\sigma^2=2$이므로 올바른 값은 0.2이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 두 가지이다. 하나는 로그우도비의 순서를 반대로 읽는 실수이고, 다른 하나는 분산 2를 표준편차 2로 오해하는 실수이다. 이 문제는 상수항이 소거된 뒤 부호와 분모만 정확히 처리하면 정답이 바로 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

가우시안 로그우도비 문제는 먼저 $x \mid d=a$의 평균과 분산을 적고, 그다음 비의 순서를 확인한 뒤, 마지막에 분산과 표준편차를 구분하여 지수부의 분모 $2\sigma^2$를 계산하면 된다.

암기 포인트

AWGN에서 같은 분산을 갖는 두 평균 ± 1의 로그우도비는 상수항이 지워져 $-x$ 꼴로 단순화된다는 점을 기억해 둔다.

문 7. 대역폭이 $2B$이고 중심 주파수가 $f_c (f_c \gg 2B)$인 협대역 가산 백색 가우스 잡음을 $n(t) = n_I(t)\cos\omega_c t - n_Q(t)\sin\omega_c t$로 표현할 때, 옳지 않은 것은? (단, $\omega_c = 2\pi f_c$이고, $n_I(t)$와 $n_Q(t)$는 각각 $n(t)$의 동위상과 직교 위상 성분이다)

① $n(t)$가 정상적(Stationary)이면 $n_I(t)$와 $n_Q(t)$도 정상적이다.

② $n(t)$가 가우스 잡음이면 $n_I(t)$와 $n_Q(t)$도 가우스 잡음이다.

③ $n_I(t)$와 $n_Q(t)$의 분산은 $n(t)$ 분산의 $\frac{1}{2}$이다.

④ $n_I(t)$와 $n_Q(t)$의 전력 스펙트럼 밀도는 동일하다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 협대역 가우스 잡음을 동위상 성분 $n_I(t)$와 직교 위상 성분 $n_Q(t)$로 분해했을 때의 정상성, 가우스성, 분산, 전력 스펙트럼 밀도 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

협대역 가우스 잡음은 $n(t) = n_I(t)\cos\omega_c t - n_Q(t)\sin\omega_c t$로 나타낼 수 있고, $n_I(t)$와 $n_Q(t)$는 저역 통과 등가 잡음의 두 직교 성분이다.
정상 가우스 협대역 잡음이면 $n_I(t)$, $n_Q(t)$도 정상 가우스 과정이며 두 성분의 전력 스펙트럼 밀도는 동일하다.
또한 $n(t)$의 평균 전력은 각 성분 분산과 같은 크기로 나타나므로, 각 성분 분산이 $n(t)$ 분산의 절반이라는 진술은 성립하지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① O
$n(t)$가 정상 과정이면 이를 반송파 성분으로 직교 분해해 얻는 $n_I(t)$, $n_Q(t)$도 시간 이동에 대해 통계적 성질이 바뀌지 않는 정상 과정이다.

② O
가우스 과정에 선형 연산과 직교 분해를 적용해 얻은 $n_I(t)$, $n_Q(t)$는 여전히 가우스 잡음이다.

③ X
틀린 부분은 "$n_I(t)$와 $n_Q(t)$의 분산은 $n(t)$ 분산의 $\frac{1}{2}$이다"라는 표현이다.
협대역 잡음에서는 $n(t)$의 평균 전력이 각 직교 성분의 분산과 같게 나타나므로, 올바르게는 "$n_I(t)$와 $n_Q(t)$의 분산은 서로 같고 $n(t)$의 분산과 같은 크기이다"라고 정리한다.

④ O
동위상 성분과 직교 위상 성분은 같은 대역의 직교 분해 결과이므로 전력 스펙트럼 밀도는 동일하다.

오답 포인트

③은 두 직교 성분이 합쳐져 원래 잡음이 된다는 이유로 각 성분 분산이 절반이라고 착각하기 쉽다. 그러나 협대역 잡음 표현에서는 $\cos^2$와 $\sin^2$ 평균 효과까지 반영되므로 각 성분 분산이 그대로 $n(t)$의 평균 전력과 대응한다.

다시 나오면 이렇게 판단

협대역 가우스 잡음을 I/Q 성분으로 분해한 문제는 먼저 "정상성 보존, 가우스성 보존, 두 성분 PSD 동일"을 기본 성질로 본다. 그다음 분산 관계는 "각 성분이 절반"이 아니라 "두 성분 분산이 서로 같고 원 잡음 전력과 대응"하는지로 판별한다.

암기 포인트

협대역 잡음의 I/Q 성분은 정상 가우스, 동일 PSD, 동일 분산이며 각 성분 분산을 $\frac{1}{2}$로 두면 오답이다.

NoteBase

문 8. 메시지 신호 $\cos(40\pi t)$를 200 Hz 반송파(Carrier Signal)를 사용하여 AM 변조한 신호가 $40[1+0.2\cos(40\pi t)]\cos(400\pi t)$로 송출될 때, 변조 지수(Modulation Index) β와 변조 효율(Efficiency) α는?

① β: 0.1, α: 1/102

② β: 0.2, α: 1/51

③ β: 0.1, α: 1/51

④ β: 0.2, α: 1/102

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 AM 표준형 $s(t)=A_c[1+\beta\cos\omega_m t]\cos\omega_c t$에서 변조지수 β를 바로 읽고, 변조 효율 $\alpha=\frac{\beta^2}{2+\beta^2}$를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 신호는 $s(t)=40[1+0.2\cos(40\pi t)]\cos(400\pi t)$이다.
구해야 할 값은 변조지수 β와 변조 효율 α이다.
메시지 신호 $\cos(40\pi t)$의 진폭이 1이므로 대괄호 안의 계수 0.2가 그대로 변조지수이다.
효율은 한쪽 측파대가 아니라 양쪽 측파대 전력을 모두 합해 계산한다.

사용할 공식

AM 표준형은 $s(t)=A_c[1+\beta\cos\omega_m t]\cos\omega_c t$이다.
변조 효율은
$\alpha=\frac{P_{SB}}{P_T}=\frac{\beta^2/2}{1+\beta^2/2}=\frac{\beta^2}{2+\beta^2}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 주어진 식이 반송파가 포함된 일반 AM 파형과 정확히 같은 형태이기 때문이다.

계산 과정

1. 주어진 식을 표준형과 비교하면 $\beta=0.2$이다.
2. 전개하면 $s(t)=40\cos(400\pi t)+4\cos(440\pi t)+4\cos(360\pi t)$가 된다. 여기서 측파대 한쪽 진폭은 4이므로 $4/40=0.1$은 한쪽 측파대 진폭비일 뿐 변조지수가 아니다.
3. 효율은 $\alpha=\frac{0.2^2}{2+0.2^2}=\frac{0.04}{2.04}=\frac{1}{51}$이다.
4. 따라서 $\beta=0.2$, $\alpha=1/51$이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

선지 판단

① X
틀린 표현은 $\beta = 0.1$과 $\alpha = 1/102$이다.
0.1은 한쪽 측파대 진폭비 4/40이고, 변조지수는 대괄호 안 계수인 0.2이다.
1/102는 한쪽 측파대 전력만 본 값에 해당하고, AM 효율은 양쪽 측파대 전력을 모두 더해 1/51이 된다.

② O
$\beta = 0.2$는 표준형에서 바로 읽는 값이다.
$\alpha = 1/51$도 $\alpha = \frac{\beta^2}{2+\beta^2}$에 $\beta = 0.2$를 대입하면 정확히 나온다.

③ X
틀린 표현은 $\beta = 0.1$이다.
효율 1/51은 맞지만, 0.1은 한쪽 측파대 진폭비일 뿐 변조지수가 아니다.
올바르게는 $\beta = 0.2$이다.

④ X
틀린 표현은 $\alpha = 1/102$이다.
변조지수 $\beta = 0.2$는 맞지만, 효율 계산에서 양쪽 측파대를 합쳐야 하므로 올바르게는 $\alpha = 1/51$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 변조지수와 측파대 한쪽 진폭비를 혼동하는 점이다. 전개 후 보이는 $4/40 = 0.1$을 그대로 β로 착각하기 쉽고, 효율도 한쪽 측파대만 세어 1/102로 줄여 잡기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

AM 식이 $A_c[1 + k\cos\omega_m t]\cos\omega_c t$ 꼴이면 먼저 대괄호 안 계수 k를 변조지수로 읽는다. 그다음 효율은 한쪽 측파대가 아니라 전체 측파대 전력을 쓴다는 점을 확인해 $\alpha = \frac{\beta^2}{2+\beta^2}$로 계산하면 된다.

암기 포인트

일반 AM에서 메시지 진폭이 1이면 대괄호 안 계수가 바로 β이다. 효율은 한쪽이 아니라 양쪽 측파대를 합쳐 $\alpha = \frac{\beta^2}{2+\beta^2}$로 정리된다.

NoteBase

문 9. 최대 주파수가 20 kHz인 아날로그 신호를 나이퀴스트 율로 표본화한 후 4개 준위(Level)로 양자화하여 심벌을 생성한다. 심벌들은 서로 독립적으로 발생한다고 가정하고 확률은 각각 4/8, 2/8, 1/8, 1/8일 때, 심벌의 정보율(Effective Information Bit Rate) [bits/sec]은?

① 70,000

② 64,000

③ 60,000

④ 54,000

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 나이퀴스트 표본화 주파수와 심벌 엔트로피를 이용해 유효 정보율을 구하는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 최대 주파수 20 kHz, 표본화는 나이퀴스트율, 양자화 레벨은 4개, 심벌 발생확률은 각각 4/8, 2/8, 1/8, 1/8이다.
구해야 할 값은 심벌의 유효 정보율이다.
주의할 조건은 4레벨이므로 고정 비트수 2비트를 바로 쓰는 것이 아니라, 주어진 발생확률로 엔트로피를 먼저 구해야 한다는 점이다.

사용할 공식

표본화 주파수는 나이퀴스트율이므로 $f_s = 2f_{max}$이다.
심벌 1개당 평균 정보량은 엔트로피 $H = -\sum p_i \log_2 p_i$이다.
유효 정보율은 $R = f_s \times H$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 각 심벌의 발생확률이 서로 다르게 주어졌으므로, 단순한 고정 비트수 $\log_2 4 = 2$가 아니라 평균 정보량인 엔트로피를 사용해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 나이퀴스트 표본화 주파수는 $f_s = 2 \times 20kHz = 40kHz$이다.
2. 심벌 엔트로피는 $H = -(\frac{4}{8}\log_2\frac{4}{8} + \frac{2}{8}\log_2\frac{2}{8} + \frac{1}{8}\log_2\frac{1}{8} + \frac{1}{8}\log_2\frac{1}{8})$이다.
3. 이를 계산하면 $H = 0.5 + 0.5 + 0.375 + 0.375 = 1.75$ bit/symbol이다.
4. 따라서 유효 정보율은 $R = 40,000 \times 1.75 = 70,000$ bits/sec이다.

NoteBase

선지 판단

① O
계산 결과가 70,000 bits/sec이므로 맞다.

② X
선지의 "64,000"이 틀렸다. 올바르게는 70,000 bits/sec이다.
이 값은 나이퀴스트 표본화율 또는 심벌당 평균 정보량을 잘못 잡았을 때 나오는 오답이다.

③ X
선지의 "60,000"이 틀렸다. 올바르게는 70,000 bits/sec이다.
심벌 확률이 균등하지 않은데도 엔트로피를 낮게 계산하면 이런 오답이 나온다.

④ X
선지의 "54,000"이 틀렸다. 올바르게는 70,000 bits/sec이다.
표본화율과 엔트로피를 함께 잘못 적용한 값으로, 문제의 조건을 모두 반영하지 못한 오답이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 4레벨이라는 이유만으로 심벌당 정보를 무조건 2비트로 두는 것이다. 이 문제는 각 레벨의 확률이 다르므로 실제 유효 정보량은 2비트가 아니라 1.75비트이다. 또 최대 주파수 20 kHz에서 나이퀴스트 표본화율이 40 kHz라는 점을 빠뜨리면 전체 정보율이 바로 틀어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

정보율 문제는 먼저 표본화 주파수를 구하고, 다음으로 심벌 확률이 균등한지 아닌지를 확인한 뒤, 균등하지 않으면 엔트로피 $H = -\sum p_i \log_2 p_i$를 계산해서 표본화율과 곱하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

유효 정보율은 표본화율 × 심벌당 평균정보량이다. 확률이 다르면 $\log_2 M$ 대신 엔트로피를 쓴다.

NoteBase

문 10. 랜덤변수 X의 확률밀도함수(Probability Density Function)가 $f_X(x) = e^{-x}$ $(x \geq 0)$일 때, 옳지 않은 것은?

① 평균은 1이다.

② 표준편차는 1이다.

③ X가 1보다 클 확률은 e^{-1}이다.

④ $Y = \sqrt{X}$일 때, Y의 확률밀도함수 $f_Y(y) = 2e^{-y^2}$ $(y \geq 0)$이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 지수분포 $f_X(x) = e^{-x}$의 기본 성질과 변수변환 $Y = \sqrt{X}$의 확률밀도함수를 정확히 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값은 $f_X(x) = e^{-x}, x \geq 0$이다.
이는 모수 1인 지수분포이므로 평균은 1, 분산은 1, 표준편차는 1이다.
또 $P(X > 1) = \int_1^{\infty} e^{-x} dx = e^{-1}$이다.

사용할 공식

지수분포 Exp(1)의 기본 성질은 $E[X] = 1$, $\mathrm{Var}(X) = 1$이다.
변수변환은 $Y = g(X) = \sqrt{X}$에서 $X = Y^2$로 바꾼 뒤 $f_Y(y) = f_X(y^2)\left|\frac{dx}{dy}\right|$를 쓴다.
이 공식을 쓰는 이유는 Y가 X의 일대일 변환이므로 역변환과 야코비안으로 새 밀도함수를 구해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. $f_X(x) = e^{-x}, x \geq 0$은 $\lambda = 1$인 지수분포이므로 평균과 표준편차는 각각 1이다.
2. 꼬리확률은 $P(X > 1) = \int_1^{\infty} e^{-x} dx = e^{-1}$이다.
3. $Y = \sqrt{X}$이면 $X = Y^2, y \geq 0$이고 $\frac{dx}{dy} = 2y$이다.
4. 따라서 $f_Y(y) = f_X(y^2)\left|\frac{dx}{dy}\right| = e^{-y^2} \cdot 2y = 2ye^{-y^2}, y \geq 0$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 O: 지수분포 Exp(1)의 평균은 $1/\lambda = 1$이므로 맞다.
2번 O: 분산이 $1/\lambda^2 = 1$이므로 표준편차는 $\sqrt{1} = 1$이다.
3번 O: 지수분포의 꼬리확률은 $P(X > t) = e^{-t}$이므로 $P(X > 1) = e^{-1}$이다.
4번 X: $Y = \sqrt{X}$에서 $X = Y^2$로 바꿀 때 야코비안 $|dx/dy| = 2y$를 곱해야 한다. 따라서 올바른 밀도함수는 $f_Y(y) = 2ye^{-y^2}, y \geq 0$이다. 틀린 표현은 $2e^{-y^2}$이고, 올바르게는 $2ye^{-y^2}$이다.

오답 포인트

4번은 변수변환에서 역함수만 대입하고 미분계수 $2y$를 빠뜨리면 쉽게 고르게 되는 함정이다. 특히 $Y = \sqrt{X}$처럼 제곱근 변환은 $X = Y^2$까지는 잘 바꾸고 야코비안을 놓치는 경우가 많다.

다시 나오면 이렇게 판단

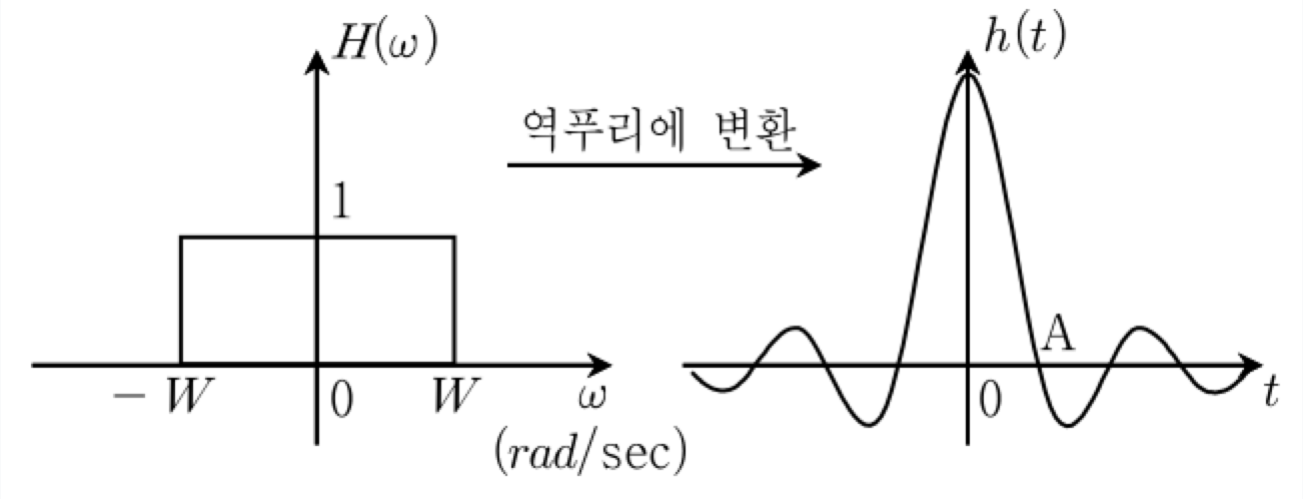
분포 성질 문제는 먼저 원분포의 평균, 분산, 꼬리확률 공식을 확인한다. 변환변수 문제가 나오면 X를 Y의 식으로 다시 쓰고 $f_Y(y) = f_X(x(y))|dx/dy|$ 순서로 야코비안까지 반드시 붙여 판단한다.

암기 포인트

지수분포 Exp(1)는 평균 1, 표준편차 1, $P(X > t) = e^{-t}$이다. 변환밀도는 대입만 하지 않고 야코비안을 함께 곱한다.

NoteBase

문 11. 아래 그림과 같은 이상 저역 통과 필터 $H(\omega)$의 시간 영역 응답 $h(t)$는 sinc함수이다. 이때 $h(t) = 0(t > 0)$인 최소 t (A 지점) 값은?



① $\frac{\pi}{W}$
② $\frac{2\pi}{W}$
③ $\frac{\pi}{2W}$
④ $\frac{1}{W}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이상 저역통과 필터의 주파수 응답을 역푸리에 변환하여 시간영역 sinc 응답의 첫 번째 영점을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $H(\omega) = 1$인 구간은 $-W \le \omega \le W$이다.
구해야 할 값: $h(t) = 0(t > 0)$이 되는 최소 t이다.
주의할 조건: 그림의 A 지점은 양의 시간축에서 처음 만나는 영점이다.

사용할 공식

$H(\omega)$가 폭 $2W$의 직사각형이면 역푸리에 변환 결과는
$h(t) = \frac{1}{2\pi}\int_{-W}^{W} e^{j\omega t} d\omega = \frac{\sin(Wt)}{\pi t}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유: 주파수영역의 이상 저역통과 필터는 시간영역에서 sinc 형태가 되고, 영점은 분자 $\sin(Wt)$가 0이 되는 지점에서 결정되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. $h(t) = \frac{\sin(Wt)}{\pi t}$이므로 $t > 0$에서 영점 조건은 $\sin(Wt) = 0$이다.
2. $\sin(Wt) = 0$의 해는 $Wt = n\pi (n = 1, 2, 3, \dots)$이다.
3. 가장 작은 양의 해는 $n = 1$일 때이므로 $t = \frac{\pi}{W}$이다.

선지별 해설

① O: 계산 결과 첫 번째 영점은 $t = \frac{\pi}{W}$이므로 맞다.
② X: 틀린 표현은 최소 영점을 $\frac{2\pi}{W}$로 본 점이다. $\frac{2\pi}{W}$는 두 번째 양의 영점이며, 최소값은 $\frac{\pi}{W}$이다.
③ X: 틀린 표현은 최소 영점을 $\frac{\pi}{2W}$로 본 점이다. 이 값에서는 $Wt = \frac{\pi}{2}$가 되어 $\sin(Wt) = 1$이므로 영점이 아니다. 올바르게는 $\frac{\pi}{W}$이다.
④ X: 틀린 표현은 최소 영점을 $\frac{1}{W}$로 본 점이다. 영점 조건은 $Wt = n\pi$이므로 π가 빠지면 안 된다. 올바르게는 $\frac{\pi}{W}$이다.

오답 포인트

sinc 함수의 영점을 막연히 간격만 보고 읽으면 π 계수를 빠뜨리거나 두 번째 영점을 첫 번째 영점으로 착각하기 쉽다. 이 문항은 그림 모양보다도 $\sin(Wt) = 0$ 조건을 식으로 세우는지가 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상 저역통과 필터가 보이면 먼저 시간응답을 $\frac{\sin(Wt)}{\pi t}$ 꼴로 연결하고, 영점 문제는 항상 분자 $\sin(Wt)$에 대해 $Wt = n\pi$를 세워 가장 작은 양의 해를 고르면 된다.

암기 포인트

이상 저역통과 $\leftrightarrow$ sinc, 첫 영점은 $Wt = \pi$, 따라서 $t = \frac{\pi}{W}$이다.

NoteBase

문 12. 다음 중 FM 변조된 신호의 대역폭에 영향을 미치지 않는 것은?

① 반송파 주파수

② 메시지 신호의 대역폭

③ 변조 지수(Modulation Index)

④ 메시지 신호의 진폭

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 FM 대역폭이 반송파 주파수 자체가 아니라 최대 주파수 편이와 메시지 신호의 최고 주파수로 결정된다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

FM 대역폭은 카슨의 법칙으로 대략 $B \approx 2(\Delta f + f_m) = 2f_m(\beta + 1)$로 본다.
여기서 Δf는 최대 주파수 편이, f_m은 메시지 신호의 최고 주파수, $\beta = \Delta f / f_m$는 변조 지수이다.
반송파 주파수 f_c는 스펙트럼의 중심 위치만 정할 뿐 대역폭의 크기 자체는 바꾸지 않는다.

선지별 해설

① O
반송파 주파수는 FM 스펙트럼이 어느 주파수 대역에 놓이는지를 정할 뿐, 점유 대역폭의 넓이를 결정하지는 않는다. 따라서 '대역폭에 영향을 미치지 않는다'는 진술이 옳다.

② X
메시지 신호의 대역폭, 즉 최고 변조 주파수 f_m는 카슨의 법칙에 직접 들어가므로 FM 대역폭에 영향을 미친다.
틀린 표현은 '영향을 미치지 않는다'이다. 올바르게는 '메시지 신호의 대역폭은 FM 대역폭에 영향을 미친다'이다.

③ X
변조 지수 β가 커지면 유효한 측파대 수가 늘어나므로 FM 대역폭도 넓어진다.
틀린 표현은 '영향을 미치지 않는다'이다. 올바르게는 '변조 지수는 FM 대역폭에 영향을 미친다'이다.

④ X
메시지 신호의 진폭이 커지면 최대 주파수 편이 Δf가 커지고, 그 결과 FM 대역폭도 넓어진다.
틀린 표현은 '영향을 미치지 않는다'이다. 올바르게는 '메시지 신호의 진폭은 FM 대역폭에 영향을 미친다'이다.

NoteBase

오답 포인트

반송파 주파수와 주파수 편이를 혼동하면 ①과 ④를 바꿔 고르기 쉽다. FM에서는 반송파 주파수 자체보다 메시지 진폭이 만들어 내는 주파수 편이와 메시지 주파수 범위가 대역폭을 좌우한다.

다시 나오면 이렇게 판단

FM 대역폭 문제는 먼저 카슨의 법칙 $B \approx 2(\Delta f + f_m)$를 떠올린다. 식에 직접 들어가는 값은 영향을 주고, 식에 없는 반송파 주파수 f_c는 대역폭 자체에는 영향을 주지 않는다고 판단하면 된다.

암기 포인트

FM 대역폭은 반송파가 아니라 편이 Δf와 변조 주파수 f_m로 결정된다.

NoteBase

문 13. 신호 $50\cos(72t+\pi)-30\sin(80\pi t+\frac{3}{4}\pi)+30$을 표본화할 때, 복원을 보장하는 최대 표본화 주기[ms]는?

① 27

② 12.5

③ 30

④ 72

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 각 성분의 최고 주파수를 찾아 나이퀴스트 표본화 조건으로 최대 표본화 주기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 신호: $50\cos(72t+\pi)-30\sin(80\pi t+3\pi/4)+30$
구해야 할 값: 복원을 보장하는 최대 표본화 주기
주의할 조건: 각도주파수 ω를 주파수 $f=\omega/(2\pi)$로 바꾼 뒤 가장 큰 주파수 성분에 대해 $f_s \geq 2f_{\max}$를 적용한다.

사용할 공식

주파수 변환은 $f=\omega/(2\pi)$이고, 나이퀴스트 조건은 $f_s \geq 2f_{\max}$이므로 최대 표본화 주기는 $T_s \leq 1/(2f_{\max})$이다. 이 공식을 쓰는 이유는 주어진 신호가 여러 사인파와 직류 성분의 합이므로, 가장 높은 주파수 성분만 알면 복원 가능한 최소 표본화 주파수와 최대 표본화 주기를 바로 정할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. $50\cos(72t+\pi)$의 각도주파수는 $72 rad/s$이므로 주파수는 $f_1=72/(2\pi)=36/\pi Hz$이다.
2. $-30\sin(80\pi t+3\pi/4)$의 각도주파수는 $80\pi rad/s$이므로 주파수는 $f_2=80\pi/(2\pi)=40Hz$이다.
3. 상수항 $+30$은 직류 성분이므로 주파수는 $0Hz$이다.
4. 따라서 최고 주파수는 $f_{\max}=40Hz$이다.
5. 나이퀴스트 조건에 의해 $f_s \geq 2\times 40=80Hz$이므로 $T_s \leq 1/80 s=0.0125s=12.5ms$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 27 ms이면 표본화 주파수는 약 37.0Hz에 불과하여 필요한 80Hz를 만족하지 못한다. 틀린 값 27 ms → 올바르게는 12.5 ms이다.
② O: 최고 주파수 성분이 40Hz이므로 최대 표본화 주기는 $1/(2 \times 40) = 12.5ms$이다.
③ X: 30 ms이면 표본화 주파수는 약 33.3Hz이므로 40Hz 성분조차 나이퀴스트 조건 없이 접히게 된다. 틀린 값 30 ms → 올바르게는 12.5 ms이다.
④ X: 72 ms이면 표본화 주파수는 약 13.9Hz로 더욱 부족하다. 각도주파수의 수치만 보고 주기를 고르면 안 된다. 틀린 값 72 ms → 올바르게는 12.5 ms이다.

오답 포인트

사인파의 괄호 앞 부호나 위상은 주파수를 바꾸지 않는데, 이를 주파수 판단 요소로 오해하기 쉽다. 또 72나 80π를 그대로 Hz로 보거나, 최고 주파수 대신 임의의 성분 주기만 보고 표본화 주기를 정하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

표본화 문제는 각 신호 성분의 ω를 먼저 f로 바꾸고, 그중 가장 큰 $f_{\max}$를 찾은 뒤 $T_{s,\max} = 1/(2f_{\max})$를 적용하면 된다.

암기 포인트

복원 보장 최대 표본화 주기는 최고 주파수의 두 배로 샘플링한 역수이다.

NoteBase

문 14. DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum) 통신 방식으로 일체형 송수신기에서 물체까지의 거리를 측정할 수 있다. 송수신기에서 1칩의 주기가 10ns인 PN 수열을 전송한다. 이 신호와 물체에 반사되어 되돌아온 신호와의 최고 자기 상관은 20칩 지연에서 발생하는 것으로 확인되었다. 전파 속도를 $3 \times 10^8[m/s]$로 가정할 때, 송수신기에서 물체까지의 거리[m]는?

① 60

② 30

③ 15

④ 7.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 PN 수열의 칩 지연을 시간 지연으로 바꾸고, 반사파의 왕복 전파시간으로부터 물체까지의 거리를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 1칩 주기 $T_c = 10ns$
- 최고 자기 상관이 나타난 지연 $N = 20$칩
- 전파 속도 $c = 3 \times 10^8 m/s$

구해야 할 값:
- 송수신기에서 물체까지의 편도 거리 d

주의할 조건:
- 20칩은 반사 신호의 왕복 지연 시간이므로 마지막에 2로 나누어 편도 거리를 구한다.

사용할 공식

$\tau = NT_c, \quad d = \frac{c\tau}{2}$

이 공식을 쓰는 이유:
최고 자기 상관이 20칩 지연에서 발생했다는 것은 반사파가 송신 신호보다 $20T_c$만큼 늦게 도착했다는 뜻이다. 이 지연은 송수신기에서 물체까지 갔다가 다시 돌아온 왕복 시간이므로 거리 계산에는 $\frac{1}{2}$가 필요하다.

계산 과정

1. 지연 시간을 구하면 $\tau = 20 \times 10ns = 200ns = 200 \times 10^{-9}s$이다.
2. 왕복 거리를 구하면 $c\tau = 3 \times 10^8 \times 200 \times 10^{-9} = 60m$이다.
3. 물체까지의 편도 거리는 $d = \frac{60}{2} = 30m$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 60m는 반사파가 갔다가 돌아온 왕복 거리이다.
- 틀린 값 60m → 올바르게는 편도 거리 30m이다.

② O
- 20칩 지연은 200ns이고, 이를 전파 속도에 곱하면 왕복 거리 60m가 된다.
- 문제는 송수신기에서 물체까지의 거리이므로 $\frac{60}{2} = 30m$가 되어 정답이다.

③ X
- 15m는 왕복 지연 20칩을 이미 편도 10칩으로 줄인 뒤, 거리 공식에서 다시 2로 나누는 이중 보정을 했을 때 나오는 값이다.
- 틀린 값 15m → 올바르게는 20칩 전체를 시간 지연으로 두고 마지막에 한 번만 2로 나누어 30m를 구한다.

④ X
- 7.5m는 지연 해석과 왕복 보정을 여러 번 잘못 적용한 값으로, 20칩 지연이라는 조건과 맞지 않는다.
- 틀린 값 7.5m → 올바르게는 $20 \times 10ns = 200ns$, $d = \frac{c\tau}{2} = 30m$이다.

오답 포인트

자기 상관의 지연 칩 수를 시간으로 바꾸는 단계와 왕복 거리를 편도 거리로 바꾸는 단계를 섞으면 오답이 나온다. 특히 60m는 왕복 거리인데 이를 그대로 정답으로 고르기 쉽고, 15m는 편도 보정을 두 번 적용한 전형적 오답이다.

다시 나오면 이렇게 판단

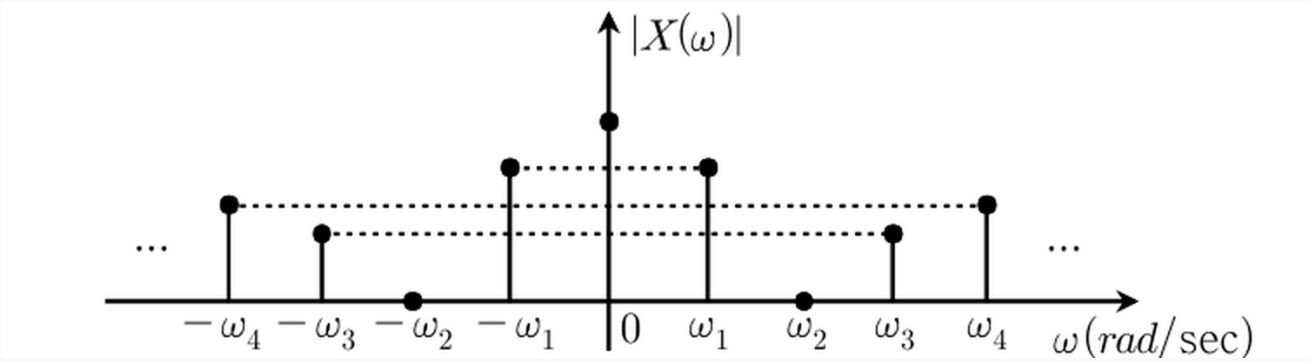
DSSS 거리 측정 문제는 먼저 칩 수를 시간 지연으로 바꾸고, 그 시간이 왕복인지 편도인지 확인한 뒤, 왕복 시간이면 마지막에 한 번만 2로 나누어 판단한다.

암기 포인트

칩 지연 → 시간 지연 → 왕복 거리 → 편도 거리 순서로 계산하면 $d = \frac{cNT_c}{2}$가 된다.

NoteBase

문 15. 실수 주기 신호 $x(t)$의 주파수 크기 스펙트럼이 아래 그림과 같을 때, 옳지 않은 것은?



① $x(t)$는 기함수가 아니다.

② $x(t)$의 기본주기(Fundamental Period)는 $\frac{2\pi}{\omega_1}$초이다.

③ $\frac{\omega_3}{\omega_1}$은 양의 정수이다.

④ $x(t)$의 직류 성분은 0이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 주파수 크기 스펙트럼 $|X(\omega)|$에서 $\omega = 0$의 직류 성분 존재 여부와 선 스펙트럼의 간격을 보고, 실수 주기신호 $x(t)$의 기본각주파수와 기함수 여부를 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① O

기함수라면 한 주기 평균이 0이므로 $\omega = 0$의 직류 성분이 없어야 한다. 그림에는 $\omega = 0$에서 0이 아닌 스펙트럼 선이 있으므로 $x(t)$는 기함수가 아니다.

② O

주기신호의 선 스펙트럼은 기본각주파수 ω_0의 정수배 위치에 나타난다. 그림에서 $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$가 같은 간격의 조화성분 위치로 표시되어 있으므로 $\omega_1 = \omega_0$이고 기본주기는 $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_1}$이다.

③ O

ω_3는 ω_1의 세 번째 조화성분 위치이므로 $\omega_3 = 3\omega_1$이다. 따라서 $\frac{\omega_3}{\omega_1} = 3$은 양의 정수이다.

④ X

그림에 $\omega = 0$에서 0이 아닌 스펙트럼 선이 있으므로 직류 성분은 0이 아니다. 틀린 표현은 '직류 성분은 0이다'이고, 올바르게는 '직류 성분은 0이 아니며 $\omega = 0$ 성분이 존재한다'이다.

NoteBase

오답 포인트

실수 신호의 크기 스펙트럼이 좌우 대칭이라는 사실만 보고 기함수나 직류 0을 바로 결론내리면 틀리기 쉽다. 기함수 판별은 $\omega = 0$ 성분 유무가 직접적인 기준이고, ω_2 성분이 0이라고 해서 기본각주파수가 바뀌는 것도 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

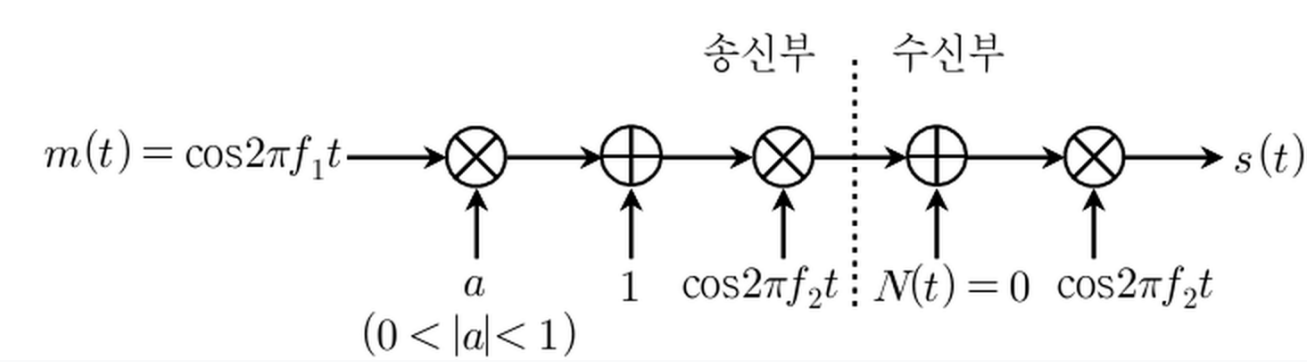
선 스펙트럼 문제에서는 먼저 $\omega = 0$에 선이 있는지 확인해 직류 성분과 기함수 가능성을 본다. 그다음 스펙트럼 선들이 놓인 간격을 보고 가장 작은 간격을 기본각주파수 ω_0로 잡고, 빠진 조화성분은 계수가 0인 경우로 해석한다.

암기 포인트

실수 주기신호는 $\pm\omega$ 대칭이고, $\omega = 0$ 선이 있으면 직류 성분이 존재하며 기함수가 아니다.

NoteBase

문 16. 아래 그림은 간략한 AM 변복조 과정의 일부를 보인다. 수신부 신호 $s(t)$에 포함되지 않는 주파수 성분은? (단, $f_2 > f_1 > 0$이다)



① 0

② f_1

③ f_2

④ $2f_2 - f_1$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 송신부와 수신부의 곱셈기 출력을 곱-합 공식으로 전개하여 최종 $s(t)$에 남는 주파수 성분을 판별하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $m(t) = \cos 2\pi f_1 t$, 반송파는 $\cos 2\pi f_2 t$, $0 < |a| < 1$, $f_2 > f_1 > 0$이다.
구해야 할 값: 수신부 출력 $s(t)$에 포함되지 않는 주파수 성분이다.
주의할 조건: 수신부에서 다시 $\cos 2\pi f_2 t$와 곱하므로 f_2 성분은 그대로 남지 않고 합·차 주파수로 다시 분해된다.

사용할 공식

곱-합 공식은 $\cos A \cos B = \frac{1}{2}[\cos(A+B) + \cos(A-B)]$이고, $\cos^2 A = \frac{1}{2}(1 + \cos 2A)$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 블록도에서 두 번의 곱셈기가 있으므로 각 단계의 출력 주파수를 코사인 곱의 합·차 주파수로 바꾸어야 최종 성분을 확인할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

송신부 첫 두 블록의 출력은 $1 + a\cos 2\pi f_1 t$이다.
송신부 출력은 $x(t) = [1 + a\cos 2\pi f_1 t]\cos 2\pi f_2 t$이다.
이를 전개하면 $x(t) = \cos 2\pi f_2 t + \frac{a}{2}\cos 2\pi(f_2 + f_1)t + \frac{a}{2}\cos 2\pi(f_2 - f_1)t$이다.
수신부에서 다시 $\cos 2\pi f_2 t$와 곱하면
$s(t) = [1 + a\cos 2\pi f_1 t]\cos^2 2\pi f_2 t$
$= \frac{1}{2} + \frac{a}{2}\cos 2\pi f_1 t + \frac{1}{2}\cos 2\pi(2f_2)t + \frac{a}{4}\cos 2\pi(2f_2 + f_1)t + \frac{a}{4}\cos 2\pi(2f_2 - f_1)t$
따라서 $s(t)$에 포함되는 성분은 $0, f_1, 2f_2, 2f_2 + f_1, 2f_2 - f_1$이고, f_2는 포함되지 않는다.

선지별 해설

① X: $s(t)$에는 상수항 $\frac{1}{2}$가 생기므로 직류 성분 0이 포함된다. 틀린 표현은 '0이 포함되지 않는다'이고, 올바르게는 '0은 포함된다'이다.
② X: $s(t)$에는 $\frac{a}{2}\cos 2\pi f_1 t$가 있으므로 f_1 성분이 포함된다. 틀린 표현은 'f_1이 포함되지 않는다'이고, 올바르게는 'f_1은 포함된다'이다.
③ O: 송신부에는 f_2 성분이 보이지만 수신부에서 다시 $\cos 2\pi f_2 t$와 곱하면 0과 $2f_2$ 쪽으로 분해된다. 따라서 최종 $s(t)$에는 f_2 단독 성분이 남지 않는다.
④ X: 교차항 $\frac{a}{4}\cos 2\pi(2f_2 - f_1)t$가 생기므로 $2f_2 - f_1$ 성분은 포함된다. 틀린 표현은 '$2f_2 - f_1$이 포함되지 않는다'이고, 올바르게는 '$2f_2 - f_1$은 포함된다'이다.

오답 포인트

송신부 출력까지만 보면 f_2가 분명히 있으므로 ③을 고르기 어렵다. 그러나 문제는 최종 수신 신호 $s(t)$를 묻기 때문에 마지막 곱셈기까지 전개해야 하며, 여기서 f_2는 0과 $2f_2$ 계열로 바뀐다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

곱셈기 블록이 연속으로 나오면 각 단계마다 현재 스펙트럼을 적고, 매번 $\cos A\cos B$를 합·차 주파수로 바꾼 뒤 마지막 단계까지 남는 성분만 정리하면 된다.

암기 포인트

동기검파에서는 $\cos 2\pi f_c t$를 한 번 더 곱하면 f_c 자체가 남는 것이 아니라 0과 $2f_c$로 바뀐다는 점이 핵심이다.

NoteBase

문 17. 가산 백색 가우스 잡음(Additive White Gaussian Noise) 환경의 채널용량(Channel Capacity)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, E_b는 비트당 에너지, N_0는 단측 잡음 전력 스펙트럼 밀도를 나타낸다)

① 무한 대역폭을 가진 이상적인 채널은 무한한 채널용량을 갖는다.

② 정보 비트 전송률이 채널용량보다 큰 경우, 오류 없이 정보를 전송하는 것은 불가능하다.

③ $E_b/N_0 < \ln 2$이면 오류 없이 정보를 전송하는 것은 불가능하다.

④ 신호 대 잡음 전력비가 1보다 충분히 크면 채널용량은 신호 대 잡음 전력비에 대하여 대수적(Logarithmic)으로 증가한다.

정답 1번

출제 포인트

샤논의 AWGN 채널용량식과 광대역 한계에서의 용량, 그리고 최소 E_b/N_0 한계를 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 채널은 가산 백색 가우스 잡음 채널이다.
채널용량은 $C = B\log_2\left(1 + \frac{P}{N_0 B}\right)$로 쓸 수 있다.
오류 없이 전송 가능하려면 정보 비트 전송률 R이 채널용량 C를 넘지 않아야 한다.
광대역 한계에서는 최소 E_b/N_0가 $\ln 2$가 된다.

사용할 공식

$C = B\log_2\left(1 + \frac{P}{N_0 B}\right)$
$\lim_{B\to\infty} C = \frac{P}{N_0 \ln 2} = \frac{P}{N_0}\log_2 e$
$\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{\min} = \ln 2$
이 공식을 쓰는 이유는 각 선지가 무한 대역폭에서의 용량 한계, R과 C의 관계, 그리고 오류 없는 전송을 위한 최소 E_b/N_0 조건을 말하고 있기 때문이다.

계산 과정

1. AWGN 채널의 용량식을 $S/N = P/(N_0 B)$로 바꾸면 $C = B\log_2\left(1 + \frac{P}{N_0 B}\right)$가 된다.
2. $B \to \infty$이면 $x = \frac{P}{N_0 B} \to 0$이므로 $\log_2(1+x) \approx x/\ln 2$를 적용할 수 있다.
3. 따라서 $C \approx B \cdot \frac{1}{\ln 2} \cdot \frac{P}{N_0 B} = \frac{P}{N_0 \ln 2}$가 되어 용량은 유한한 값에 수렴한다.
4. 또 샤논 한계에 따라 $R > C$이면 오류 확률을 임의로 작게 만들 수 없고, $E_b/N_0 < \ln 2$이면 오류 없이 전송하는 것이 불가능하다.

NoteBase

선지별 해설

① X

무한 대역폭이라고 해서 채널용량이 무한대가 되지는 않는다. 전력 P가 고정되어 있으면 $B \to \infty$에서 용량은 $\frac{P}{N_0 \ln 2}$로 수렴한다. 틀린 표현은 '무한한 채널용량'이고, 올바르게는 '무한 대역폭의 이상적 채널도 전력이 고정되면 유한한 채널용량을 갖는다'이다.

② O

정보 비트 전송률이 채널용량보다 크면 $R > C$가 되어 샤논 정리에 따라 오류 없이 전송하는 것이 불가능하다. 이 선지는 채널용량의 정의를 그대로 말한 것이다.

③ O

광대역 한계에서 오류 없이 전송 가능한 최소 비트당 에너지 대 잡음밀도비는 $\ln 2$이다. 따라서 $E_b/N_0 < \ln 2$이면 어떤 부호화를 써도 오류 없는 전송은 불가능하다.

④ O

채널용량은 $C = B\log_2(1 + S/N)$이므로 신호 대 잡음 전력비가 1보다 충분히 크면 $C \approx B\log_2(S/N)$로 볼 수 있다. 따라서 용량은 신호 대 잡음 전력비에 대해 대수적으로 증가한다.

오답 포인트

대역폭이 무한대이면 용량도 무한대라고 바로 연결하는 실수가 가장 흔하다. 이 문항은 대역폭만이 아니라 전력 제약까지 함께 보아야 한다는 점을 묻는다. 또 $\ln 2$를 선형값이 아니라 데시벨값과 혼동하면 ③을 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

AWGN 채널용량 문제는 먼저 $C = B\log_2\left(1 + \frac{P}{N_0 B}\right)$로 다시 쓴다. 그다음 무한 대역폭이면 $B \to \infty$ 극한을 보고, 오류 없는 전송 가능 여부는 $R \le C$와 $E_b/N_0 \ge \ln 2$ 조건으로 판단한다.

암기 포인트

AWGN 채널은 대역폭이 무한대여도 전력이 고정되면 용량은 유한하고, 오류 없는 전송의 최소 E_b/N_0 한계는 $\ln 2$이다.

NoteBase

문 18. 오류 정정 부호화(Error Correction Coding)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 해밍 부호의 경우 입력 메시지가 출력 부호의 일부에 포함될 수 있도록 부호를 설계할 수 있다.

② 선형 블록 부호의 최소 거리가 7인 경우 최대 3비트까지의 오류 정정을 보장한다.

③ 오류 정정 부호화에서 부호율(Code Rate)이 클수록 많은 비트의 오류를 정정할 수 있다.

④ 콘볼루션 부호의 인코딩 과정에서 과거의 입력 메시지가 현재의 출력 부호에 영향을 줄 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 해밍 부호, 선형 블록 부호, 콘볼루션 부호의 성질과 부호율이 오류 정정 능력에 미치는 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

해밍 부호는 대표적인 선형 블록 부호이며 체계적 부호로 설계하면 정보 비트가 부호어의 일부에 그대로 들어간다.
선형 블록 부호의 오류 정정 능력은 최소 거리 d_{min}로 정해지며, 보장 가능한 최대 정정 비트 수는 $t = \left\lfloor \frac{d_{min} - 1}{2} \right\rfloor$ 이다.
부호율은 전체 부호 비트 중 정보 비트의 비율이므로 부호율이 클수록 중복 비트는 줄어들고 일반적으로 오류 정정 능력은 약해진다.
콘볼루션 부호는 메모리를 가진 부호이므로 현재 출력이 현재 입력뿐 아니라 과거 입력에도 영향을 받는다.

NoteBase

선지별 해설

① O
해밍 부호는 체계적 부호로 표현할 수 있으므로 입력 메시지 비트가 출력 부호어의 일부에 그대로 포함되게 설계할 수 있다.

② O
선형 블록 부호에서 $d_{min} = 7$이면 $t = \left\lfloor \frac{7-1}{2} \right\rfloor = 3$이므로 최대 3비트 오류까지 정정을 보장한다.

③ X
틀린 부분은 "부호율이 클수록 많은 비트의 오류를 정정할 수 있다"는 표현이다.
실제로는 부호율이 클수록 중복 비트가 줄어들어 오류 정정 능력이 대체로 감소한다. 많은 오류를 정정하려면 일반적으로 더 낮은 부호율, 즉 더 많은 중복 비트가 필요하다.

④ O
콘볼루션 부호는 시프트 레지스터의 상태를 이용하므로 과거의 입력 메시지가 현재의 출력 부호에 영향을 줄 수 있다.

오답 포인트

③은 부호율과 오류 정정 능력을 같은 방향으로 외우면 틀리게 만든다. 부호율이 크다는 말은 정보 비트 비중이 커지고 중복 비트가 줄어든다는 뜻이므로, 오류 정정 성능은 좋아지기보다 약해지는 쪽으로 이해해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

오류 정정 부호 문제에서는 먼저 블록 부호인지 콘볼루션 부호인지 구분하고, 블록 부호는 최소 거리 공식으로 판단하며, 부호율이 커질수록 중복이 줄어든다는 관계를 바로 연결하면 된다.

암기 포인트

최소 거리는 정정 능력, 부호율은 중복의 반대 개념이다. d_{min} ↑이면 정정 능력이 커지고, code rate ↑이면 정정 여유는 작아진다.

문 19. 가산 백색 가우스 잡음 환경에서 디지털 변조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 비트당 에너지는 동일하다고 가정한다)

① BFSK 방식은 동기 BPSK 방식보다 비트 오류 확률이 크다.

② 동기 BPSK의 비트 오류 확률은 동기 QPSK의 비트 오류 확률보다 작다.

③ DPSK 방식은 반송파의 위상 동기화가 필요 없는 비동기 복조가 가능하다.

④ MSK 방식은 연속된 위상을 갖는 정진폭(Constant Envelope) 변조 방식이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 AWGN 환경에서 대표적인 디지털 변조 방식들의 비트 오류 확률 성능과 복조 방식의 차이를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

BPSK는 같은 비트당 에너지 E_b 기준에서 가장 기본적인 동기 위상변조로, 비트 오류 확률이 $P_b = Q(\sqrt{2E_b/N_0})$ 이다.
QPSK는 1심볼에 2비트를 실어도 그레이 부호화된 동기 검파 기준 비트 오류 확률은 BPSK와 같고, $P_b = Q(\sqrt{2E_b/N_0})$이다.
BFSK는 직교 신호를 쓰는 주파수편이방식으로, 동기 검파 기준 비트 오류 확률이 BPSK보다 크다.
DPSK는 절대 위상 대신 연속 심볼 간 위상차를 이용하므로 반송파 위상 동기 없이 비동기 복조가 가능하다.
MSK는 최소 주파수 편이를 사용하는 연속 위상 FSK 계열로, 정진폭이면서 위상이 연속적이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
BFSK의 동기 검파 BER은 같은 E_b/N_0에서 동기 BPSK보다 나쁘다. 따라서 "BFSK 방식은 동기 BPSK 방식보다 비트 오류 확률이 크다"는 설명은 옳다.

② X
틀린 부분은 "동기 BPSK의 비트 오류 확률은 동기 QPSK의 비트 오류 확률보다 작다"는 비교이다. 같은 비트당 에너지와 동기 검파 조건에서는 BPSK와 QPSK의 비트 오류 확률이 같으므로, 올바르게는 "동기 BPSK의 비트 오류 확률은 동기 QPSK의 비트 오류 확률과 같다"가 된다.

③ O
DPSK는 이전 심볼과의 위상차로 정보를 판별하므로 반송파의 절대 위상을 맞추는 동기화가 필수적이지 않다. 따라서 비동기 복조가 가능하다는 설명은 옳다.

④ O
MSK는 연속 위상 CPFSK의 한 형태로 진폭이 일정하게 유지된다. 따라서 연속된 위상을 갖는 정진폭 변조 방식이라는 설명은 옳다.

오답 포인트

②는 QPSK가 1심볼에 2비트를 실으므로 BER도 BPSK보다 더 좋아지거나 더 나빠진다고 오해하면 틀리기 쉽다. 이 문항은 심볼당 비트 수가 아니라 같은 비트당 에너지 E_b 기준 BER 비교를 묻고 있으므로, 동기 BPSK와 동기 QPSK의 BER은 같다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

디지털 변조 BER 비교 문제에서는 먼저 비교 기준이 심볼당 에너지인지 비트당 에너지인지 확인한다. 그다음 동기 BPSK와 동기 QPSK는 같은 E_b/N_0에서 BER이 같고, 직교 BFSK는 그보다 불리하며, DPSK는 위상 동기 불필요, MSK는 연속 위상 정진폭이라는 축으로 정리하면 빠르게 판단된다.

암기 포인트

같은 E_b/N_0 기준에서 BPSK와 QPSK의 BER은 같고, BFSK는 더 나쁘며, DPSK는 비동기 복조, MSK는 연속 위상 정진폭이다.

NoteBase

문 20. 심벌 개수가 M인 M-QAM 변조에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 성상도(Constellation)상에 M개 심벌의 위치는 임의로 설계가 가능하며, 이에 따른 심벌 오류 확률은 항상 동일하다.

② 전력 효율은 단위 대역폭당 비트 전송률($bits/sec/Hz$)로 정의된다.

③ 심벌 오류가 발생했을 때, 인접한 심벌 간에 서로 다른 비트값의 개수가 적을수록 비트 오류 확률이 커진다.

④ 2개의 직교축에 각각 독립적인 1차원 PAM 변조기를 사용하여 2차원의 사각(Rectangular) 성상도를 갖는 M-QAM 변조기를 구성할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 M-QAM의 성상도 설계, 대역폭 효율과 전력 효율의 구분, 그리고 Gray 부호화와 직교 PAM 구현 구조를 함께 묻는 문제이다.

핵심 개념

M-QAM은 직교하는 I축과 Q축의 두 반송파에 진폭 정보를 실어 2차원 성상도를 만드는 변조 방식이다.
대역폭 효율은 단위 대역폭당 비트 전송률인 bits/sec/Hz이고, 전력 효율은 원하는 오류 성능을 얻기 위해 필요한 전력 또는 E_b/N_0와 관련된 개념이다.
인접 심벌의 비트 패턴은 보통 Gray 부호로 배치하여, 심벌 오류가 나도 비트 오류 수가 최소가 되도록 설계한다.

선지별 해설

① X: 성상도상의 심벌 배치는 임의로 둘 수 있는 것이 아니라 최소 유클리드 거리, 평균 전력, 구현 복잡도 등을 고려해 설계한다. 같은 M이라도 배치 구조가 달라지면 심벌 오류 확률도 달라진다. 틀린 표현은 "심벌 오류 확률은 항상 동일하다"이며, 올바르게는 "성상도 배치와 최소 거리 등에 따라 심벌 오류 확률이 달라진다"이다.
② X: bits/sec/Hz는 전력 효율이 아니라 대역폭 효율의 정의이다. 틀린 표현은 "전력 효율"이며, 올바르게는 "대역폭 효율은 단위 대역폭당 비트 전송률로 정의된다"이다.
③ X: 인접 심벌끼리 다른 비트 수가 적을수록 한 번의 심벌 오류가 만들어 내는 비트 오류 수가 줄어든다. 그래서 비트 오류 확률은 커지는 것이 아니라 작아지는 방향이 된다. 틀린 표현은 "비트 오류 확률이 커진다"이며, 올바르게는 "Gray 부호처럼 인접 심벌의 비트 차이를 작게 하면 비트 오류 확률이 작아진다"이다.
④ O: 직교하는 두 축에 각각 독립적인 1차원 PAM 신호를 실으면 2차원 직사각형 성상도의 QAM을 만들 수 있다. 직사각형 M-QAM은 I축과 Q축의 PAM 레벨 수를 곱해 $M = M_I M_Q$ 형태로 표현할 수 있으므로 이 설명이 맞다.

NoteBase

오답 포인트

②는 대역폭 효율과 전력 효율의 용어를 바꿔 놓은 전형적인 함정이다. ③은 Gray 부호화의 효과를 반대로 서술해 수험생이 "비트가 더 많이 다르면 더 헷갈리지 않을까"라는 직관에 끌리게 만든다. ①도 "임의 설계"와 "항상 동일"이라는 단정 표현이 함께 나오면 경계해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

QAM 문항은 먼저 효율 개념을 구분한다. bits/sec/Hz가 나오면 대역폭 효율을 떠올리고, 오류 성능 대비 필요한 전력이 나오면 전력 효율을 떠올린다. 이어서 인접 심벌과 비트 매핑이 나오면 Gray 부호 여부를 확인하고, I축과 Q축을 따로 구현한다는 표현이 나오면 직교 PAM 기반 QAM 구조로 판단할 수 있다.

암기 포인트

QAM은 I축 PAM + Q축 PAM, bits/sec/Hz는 대역폭 효율, Gray 부호는 비트 오류 감소이다.

NoteBase