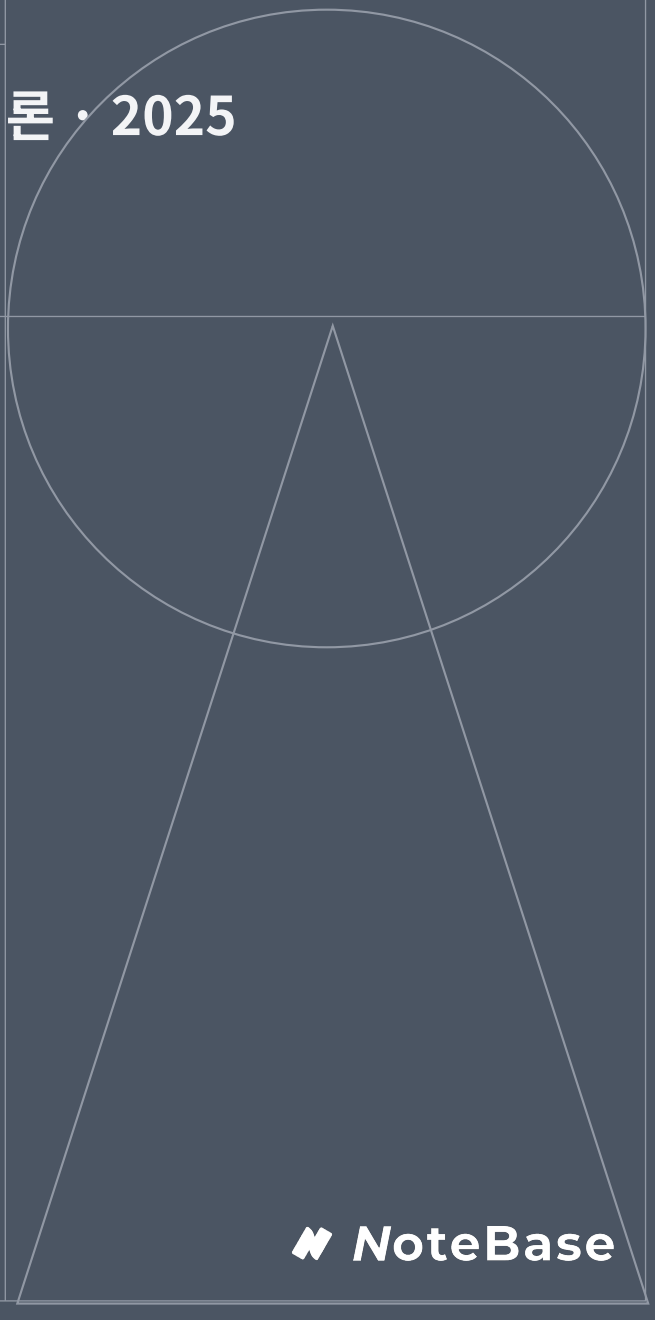
기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 통신이론 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 통신이론 · 2025

공무원/국회직/9급 · 통신이론 · 2025

1. 통신시스템에서 사용되는 라인코드에 요구되는 특성으로 옳지 않은 것은?

① 파형으로부터 타이밍 정보를 추출할 수 있다.
② 직류성분이 많이 포함되어 있다.
③ 필요한 전송대역폭이 작다.
④ 원하는 비트오류율(BER)을 얻기 위해 요구되는 신호 전력이 작다.
⑤ 직류성분의 크기가 변동하는 현상이 발생하지 않는다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 통신시스템의 라인코드에 요구되는 동기 성능, 직류 성분, 대역폭, 전력 효율 및 직류 기준선 안정성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

라인코드는 디지털 데이터를 전송로에 적합한 펄스 파형으로 바꾸는 부호화 방식이다. 바람직한 라인코드는 파형 전이로부터 타이밍을 복원할 수 있고, 직류 성분이 없거나 작으며, 필요한 전송대역폭과 같은 BER을 얻는 데 필요한 신호 전력이 작아야 한다. 또한 평균 신호 준위가 흔들리는 직류 기준선 변동이 없어야 한다.

선지별 해설

① O — 수신기가 파형의 전이에서 비트 타이밍을 추출할 수 있으면 별도의 동기 정보 부담을 줄이고 안정적으로 판정할 수 있으므로 요구되는 특성이다.
② X — 틀린 표현은 '직류성분이 많이 포함되어 있다'이다. 직류 성분은 변압기나 용량 결합 회로를 통과하기 어렵고 전력도 낭비하므로, 올바르게는 '직류성분이 없거나 가능한 한 작다'이다.
③ O — 같은 정보를 더 작은 전송대역폭으로 보낼 수 있을수록 제한된 채널 대역을 효율적으로 이용할 수 있으므로 요구되는 특성이다.
④ O — 원하는 비트오류율(BER)을 더 작은 신호 전력으로 달성하는 전력 효율성은 라인코드에 요구되는 특성이다.
⑤ O — 신호의 평균 준위가 시간에 따라 변하는 직류 기준선 변동은 판정 기준을 흔들어 오류를 일으킬 수 있으므로, 이러한 현상이 발생하지 않는 것이 바람직하다.

NoteBase

오답 포인트

②의 '직류성분이 많이 포함'이라는 표현이 함정이다. 라인코드는 저주파·직류 성분을 많이 만드는 방향이 아니라 억제하는 방향이 바람직하다. ⑤는 직류 성분이 많다는 뜻이 아니라 직류 기준선의 변동이 없어야 한다는 뜻이다.

다시 나오면 이렇게 판단

라인코드의 바람직한 특성은 동기 추출이 쉽고, 직류 성분·대역폭·필요 전력은 작으며, 직류 기준선은 안정적이라는 기준으로 판단한다. '직류 성분이 많다'처럼 이 방향과 반대인 표현을 찾으면 된다.

암기 포인트

라인코드는 동기는 잘 잡고, DC·대역폭·전력은 줄이며, 기준선은 흔들리지 않아야 한다.

NoteBase

2. 눈 다이어그램(Eye Diagram)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 수신된 펄스 열을 일정한 비트 구간마다 계속 겹치게 그린 것이다.
② 채널 대역폭 크기가 적당한지 파악할 수 있게 해준다.
③ 수신 신호를 표본화하기 위한 최적의 시점에 대한 정보를 제공한다.
④ 잡음의 전력이 클수록 눈 모양이 크게 열리게 된다.
⑤ 심볼 간 간섭의 영향을 살펴볼 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

눈 다이어그램의 개구 모양으로 잡음 여유, 타이밍 여유, 채널 대역폭의 적절성, 심볼 간 간섭을 판단하는 원리를 묻는 문제이다.

핵심 개념

눈 다이어그램은 수신된 디지털 신호 파형을 일정한 심볼 구간마다 잘라 같은 시간축에 겹쳐 나타낸 그림이다. 눈이 세로로 크게 열릴수록 잡음에 대한 여유가 크고, 가로로 크게 열릴수록 표본화 시점의 오차에 대한 여유가 크다. 잡음이나 심볼 간 간섭이 증가하면 눈은 닫히는 방향으로 변한다.

선지별 해설

① O — 수신된 펄스열을 일정한 비트 또는 심볼 구간 단위로 겹쳐 그리면 여러 전이 궤적이 눈 모양을 형성한다.
② O — 채널 대역폭이 부족하면 펄스가 시간축에서 퍼지고 심볼 간 간섭이 증가하여 눈이 닫히므로, 눈의 개방 정도로 대역폭의 적절성을 판단할 수 있다.
③ O — 눈이 가장 크게 열린 지점은 인접 심볼과 잡음의 영향을 상대적으로 적게 받으므로 최적 표본화 시점을 정하는 정보를 제공한다.
④ X — 틀린 표현은 ‘잡음의 전력이 클수록 눈 모양이 크게 열리게 된다’이다. 올바르게는 잡음 전력이 클수록 파형의 분산이 커져 눈의 수직 개구가 작아지고 눈 모양이 닫히게 된다.
⑤ O — 심볼 간 간섭이 커질수록 파형 궤적이 퍼져 눈의 개구가 좁아지므로 그 영향을 살펴볼 수 있다.

오답 포인트

④는 잡음이 커지면 파형의 흔들림 범위가 커지는 현상을 눈의 개구가 커지는 것으로 바꾸어 표현한 함정이다. 흔들림이 커질수록 판정 여유는 줄어들기 때문에 눈은 더 닫힌다.

다시 나오면 이렇게 판단

눈의 세로 개구는 잡음 여유, 가로 개구는 타이밍 여유로 연결한다. 잡음, 지터, 심볼 간 간섭처럼 판정을 어렵게 하는 요인이 증가하면 눈은 열린다는 설명이 아니라 닫힌다는 설명이 맞다.

NoteBase

암기 포인트

좋은 수신 상태는 큰 눈, 잡음·지터·심볼 간 간섭 증가는 닫히는 눈이다.

NoteBase

3. 주파수변별기를 사용한 FM 신호의 복조과정에서는 더 높은 주파수 성분일수록 더 많은 잡음성분이 포함된다. 그 이유로 옳은 것은?

① 변조과정에서 신호의 고주파 성분의 전력 스펙트럼이 약화되어 전송되기 때문이다.

② 고주파 대역 채널에 더 많은 잡음이 존재하기 때문이다.

③ 높은 주파수 성분일수록 FM 복조기의 열 잡음이 커지기 때문이다.

④ 주파수가 높아질수록 복조과정에 사용되는 포락선 검파기 회로의 복잡도가 증가하기 때문이다.

⑤ 복조된 잡음의 전력 스펙트럼이 주파수의 제곱에 비례하기 때문이다.

정답 5번

출제 포인트

FM 복조에서 주파수 판별기가 잡음에 미치는 영향과 복조 출력 잡음의 주파수 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

FM 수신기의 주파수 판별기는 입력의 순간 주파수 변화를 출력 전압으로 바꾸며, 잡음에 대해서는 주파수가 높을수록 더 큰 출력을 만드는 미분기와 같은 특성을 보인다. 따라서 복조된 잡음의 전력 스펙트럼 밀도는 변조 신호의 주파수 f에 대해 $S_{n,o}(f) \propto f^2$가 되어 고주파 쪽으로 갈수록 잡음이 커진다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '신호의 고주파 성분의 전력 스펙트럼이 약화되어 전송'된다는 부분이다. FM의 고주파 잡음 문제는 변조 과정에서 신호의 고주파 성분을 약화하기 때문이 아니라 주파수 판별기의 미분 특성 때문에 발생한다. 고주파 신호 성분은 오히려 송신 측 프리엠퍼시스로 강조할 수 있다.

② X — 틀린 표현은 '고주파 대역 채널에 더 많은 잡음이 존재'한다는 부분이다. 수신기 입력의 백색 잡음은 주파수별 전력 스펙트럼 밀도가 일정하며, 고주파 잡음이 커지는 현상은 채널에 원래 잡음이 더 많아서가 아니라 FM 복조 과정에서 잡음이 주파수에 따라 가중되기 때문이다.

③ X — 틀린 표현은 'FM 복조기의 열 잡음이 커진다'는 부분이다. 열 잡음 자체가 고주파 성분일수록 증가하는 것이 아니라, 입력 잡음이 주파수 판별기를 통과하면서 고주파 성분일수록 크게 출력된다.

④ X — 틀린 표현은 '포락선 검파기 회로의 복잡도가 증가'한다는 부분이다. FM 복조의 고주파 잡음 증가는 회로 복잡도와 관계없으며, 주파수 판별기의 주파수 응답에서 생긴다. 또한 FM은 주파수 판별기나 위상동기루프 등을 이용해 복조하며 포락선 검파기는 일반적인 AM 복조 방식이다.

⑤ O — FM 복조 출력의 잡음 전력 스펙트럼 밀도는 주파수의 제곱에 비례한다. 따라서 복조된 신호에서 주파수가 높은 성분일수록 잡음 성분이 더 크게 나타난다.

NoteBase

오답 포인트

②처럼 채널 자체에 고주파 잡음이 더 많다고 생각하거나 ③처럼 열 잡음의 크기가 주파수에 따라 증가한다고 생각하기 쉽다. 실제 원인은 잡음원이 아니라 FM 주파수 판별기의 미분 특성이다.

다시 나오면 이렇게 판단

FM 복조 후 잡음의 주파수 분포를 물으면 주파수 판별기를 미분기로 본다. 미분기는 주파수가 높을수록 출력을 크게 하므로 잡음 진폭은 주파수에 비례하고 잡음 전력 스펙트럼 밀도는 주파수의 제곱에 비례한다고 판단한다.

암기 포인트

FM 복조 잡음은 삼각형 스펙트럼이며, 고주파로 갈수록 커지고 잡음 전력은 f^2에 비례한다.

NoteBase

4. 임펄스 응답에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 임펄스는 시간 영역에서 전 시간대를 포함하는 신호로 시스템 분석에 유용하다.

② 임펄스 응답은 입력단에 사인파 신호를 인가하여 얻은 출력 응답을 의미한다.

③ 임펄스 응답의 푸리에 변환은 시스템의 주파수 특성 정보를 제공하지 않는다.

④ 임펄스 응답에는 하나의 주파수 성분이 포함되어 있어 시간 영역에서 확인이 용이하다.

⑤ 입력단에 단위 임펄스를 인가했을 때의 출력 응답을 임펄스 응답이라고 한다.

정답 5번

출제 포인트

임펄스 응답의 정의와 푸리에 변환을 통한 주파수 응답의 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

임펄스 응답: 시스템의 입력에 단위 임펄스 $\delta(t)$를 인가했을 때 나타나는 출력 $h(t)$이다.

주파수 응답: 임펄스 응답을 푸리에 변환한 $H(f)$이며, 주파수별 크기와 위상 특성을 나타낸다.

단위 임펄스는 시간 영역에서는 한 순간에 집중되고, 주파수 영역에서는 모든 주파수 성분을 포함한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
임펄스는 시간 영역에서 한 순간에 집중된 신호이지 전 시간대를 계속 포함하는 신호가 아니다. 틀린 표현은 '시간 영역에서 전 시간대를 포함'이다. 올바르게는 '주파수 영역에서 모든 주파수 성분을 포함'한다고 해야 한다.

② X
입력단에 사인파를 인가하여 얻는 정상상태 출력은 그 주파수에서의 시스템 응답을 보여 주지만, 임펄스 응답의 정의는 아니다. 틀린 표현은 '사인파 신호'이다. 올바르게는 '단위 임펄스 신호를 인가하여 얻은 출력 응답'이다.

③ X
임펄스 응답을 푸리에 변환하면 주파수 응답 $H(f)$를 얻으므로 시스템의 주파수별 크기 및 위상 특성을 알 수 있다. 틀린 표현은 '주파수 특성 정보를 제공하지 않는다'이다. 올바르게는 '주파수 특성 정보를 제공한다'이다.

④ X
이상적인 단위 임펄스는 하나의 주파수 성분만 포함하는 것이 아니라 모든 주파수 성분을 포함한다. 따라서 시간 영역 분석뿐 아니라 시스템의 전반적인 특성을 파악하는 데 유용하다. 틀린 표현은 '하나의 주파수 성분'이다. 올바르게는 '모든 주파수 성분'이다.

⑤ O
시스템 입력에 단위 임펄스를 인가했을 때 나타나는 출력 응답을 임펄스 응답이라고 한다. 이는 임펄스 응답의 정확한 정의이다.

오답 포인트

①과 ④는 임펄스의 시간 영역 특성과 주파수 영역 특성을 서로 바꾼 함정이다. 임펄스는 시간 영역에서는 한 순간에 집중되지만, 주파수 영역에서는 모든 주파수 성분을 포함한다. ②는 사인파 응답을 임펄스 응답의 정의처럼 제시한 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

'단위 임펄스 입력에 대한 출력'이면 임펄스 응답으로 판단한다. '임펄스 응답의 푸리에 변환'이면 주파수 응답으로 판단하며, '하나의 주파수'라는 표현이 나오면 이상적인 임펄스의 전 주파수 성분 특성과 대조한다.

암기 포인트

단위 임펄스 입력 → 임펄스 응답, 임펄스 응답의 푸리에 변환 → 주파수 응답이다.

NoteBase

5. 푸리에 변환 쌍이 $x(t) \leftrightarrow X(\omega)$ 일 때 옳지 않은 것은? (단, $*$ 는 컨벌루션(convolution) 연산, $\delta(\bullet)$는 임펄스 함수, a는 상수임)

① $x(t)e^{j\omega_0 t} \leftrightarrow X(\omega+\omega_0)$

② $x_1(t) * x_2(t) \leftrightarrow X_1(\omega)X_2(\omega)$

③ $\cos(\omega_0 t) \leftrightarrow \pi[\delta(\omega-\omega_0)+\delta(\omega+\omega_0)]$

④ $x(at) \leftrightarrow \frac{1}{|a|}X(\frac{\omega}{a})$

⑤ $1 \leftrightarrow 2\pi\delta(\omega)$

정답 1번

출제 포인트

푸리에 변환의 주파수 이동, 컨벌루션, 기본 변환 쌍, 시간축 척도 변환 성질을 정확히 구분하는 문제이다. 특히 시간영역에서 복소지수함수를 곱할 때 주파수 이동 방향의 부호가 핵심이다.

조건 정리

푸리에 변환을 $X(\omega)=\int_{-\infty}^{\infty}x(t)e^{-j\omega t}dt$로 둔다. 문제는 제시된 변환 쌍 중 옳지 않은 것을 찾는 부정형 문항이다.

사용할 공식

주파수 이동: $x(t)e^{j\omega_0 t} \leftrightarrow X(\omega-\omega_0)$
컨벌루션: $x_1(t) * x_2(t) \leftrightarrow X_1(\omega)X_2(\omega)$
기본 변환 쌍: $e^{j\omega_0 t} \leftrightarrow 2\pi\delta(\omega-\omega_0)$, $1 \leftrightarrow 2\pi\delta(\omega)$
시간축 척도 변환: $x(at) \leftrightarrow \frac{1}{|a|}X(\frac{\omega}{a})$
각 선지에 해당 성질을 직접 대입하면 이동 부호와 계수를 확인할 수 있다.

계산 과정

①의 변환을 정의에 대입하면 $\int_{-\infty}^{\infty}x(t)e^{j\omega_0 t}e^{-j\omega t}dt=\int_{-\infty}^{\infty}x(t)e^{-j(\omega-\omega_0)t}dt=X(\omega-\omega_0)$.
따라서 ①의 $X(\omega+\omega_0)$는 이동 방향의 부호가 반대이다. 또한 (_0t)=12(e^j_0t+e^-j_0t)이므로 ③의 계수는 12·2π=π가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — $e^{j\omega_0 t}$를 곱하면 $X(\omega)$가 오른쪽으로 ω_0만큼 이동하므로 $X(\omega-\omega_0)$가 된다. 틀린 표현 $X(\omega+\omega_0)$은 $X(\omega-\omega_0)$로 고쳐야 한다.
② O — 시간영역의 컨벌루션은 주파수영역의 곱에 대응하므로 $x_1(t)*x_2(t)\leftrightarrow X_1(\omega)X_2(\omega)$가 맞다.
③ O — 코사인을 두 복소지수함수로 분해하고 각각의 푸리에 변환을 적용하면 $\cos(\omega_0 t)\leftrightarrow \pi[\delta(\omega-\omega_0)+\delta(\omega+\omega_0)]$가 된다.
④ O — 시간축을 a배로 척도 변환하면 주파수축은 $1/a$배로 변하고 크기 보정을 위해 $1/|a|$가 붙으므로 제시된 식이 맞다.
⑤ O — 상수 신호 1은 직류 성분만 가지므로 주파수 $\omega=0$에 놓인 임펄스 $2\pi\delta(\omega)$로 변환된다.
옳지 않은 선지는 ①이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

①의 $e^{j\omega_0 t}$에서 지수의 부호만 보고 $X(\omega+\omega_0)$로 옮기기 쉽다. 변환 적분의 지수와 결합하면 $e^{-j(\omega-\omega_0)t}$가 되므로 실제 결과는 $X(\omega-\omega_0)$이다. 또한 ③에서는 코사인의 $1/2$와 복소지수함수 변환의 2π가 결합하여 최종 계수가 π가 된다는 점에 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

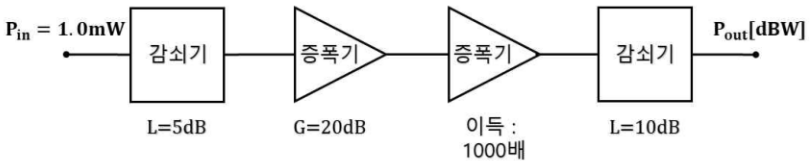
주파수 이동 문제에서는 변환 정의의 지수 $e^{-j\omega t}$와 시간영역의 복소지수함수를 한 번 합쳐 본다. $e^{j\omega_0 t}$이면 ω가 $\omega-\omega_0$로 바뀌고, $e^{-j\omega_0 t}$이면 $\omega+\omega_0$로 바뀐다. 그다음 컨벌루션은 곱, 시간축 척도 변환은 $1/|a|$ 보정이라는 기준으로 나머지 선지를 검산한다.

암기 포인트

시간에서 $e^{+j\omega_0 t}$를 곱하면 주파수에서는 $X(\omega-\omega_0)$이다. 즉 시간영역의 플러스 지수는 주파수축의 오른쪽 이동에 대응한다.

NoteBase

6. 다음 통신시스템에서 입력 전력이 $\mathrm{P_{in}} = 1.0\mathrm{mW}$인 경우 출력 전력 $\mathrm{P_{out}}[\mathrm{dBW}]$값은? (단, L은 손실, G는 증폭기 이득임)



① 5
② 15
③ 25
④ 45
⑤ 55

정답 1번

출제 포인트

입력 전력을 *dBW*로 변환한 뒤, 직렬로 연결된 감쇠기의 손실과 증폭기의 이득을 *dB* 단위에서 대수적으로 합산하여 출력 전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $P_{in} = 1.0mW$, 첫 번째 감쇠기 손실 $5dB$, 첫 번째 증폭기 이득 $20dB$, 두 번째 증폭기 이득 1000배, 마지막 감쇠기 손실 $10dB$이다.
구해야 할 값: 출력 전력 P_{out}의 dBW 값이다.
주의할 조건: 전력비 1000배는 $10\log_{10}(1000) = 30dB$이고, 감쇠기의 손실은 이득 합산에서 음수로 처리한다.

사용할 공식

전력의 dBW 변환식은
$P(dBW) = 10\log_{10}\left(\frac{P(W)}{1W}\right)$
이고, 직렬 시스템의 출력 전력은
$P_{out}(dBW) = P_{in}(dBW) + \sum G(dB) - \sum L(dB)$
로 구한다. 직렬 블록에서는 로그 단위의 이득과 손실을 덧셈과 뺄셈으로 합산할 수 있으므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 입력 전력을 변환하면 $1.0mW = 10^{-3}W$이므로
$P_{in} = 10\log_{10}(10^{-3}) = -30dBW$
이다.
2. 1000배의 전력 이득은
$10\log_{10}(1000) = 30dB$
이다.
3. 전체 순이득은
$-5 + 20 + 30 - 10 = 35dB$
이다.
4. 따라서 출력 전력은
$P_{out} = -30 + 35 = 5dBW$
이다.

선지 판단

① O — 계산 결과가 $5dBW$이므로 옳다.
② X — $15dBW$는 마지막 감쇠기 손실 $10dB$를 적용하기 전의 값이다. 마지막 손실까지 반영하면 $15 - 10 = 5dBW$이다.
③ X — 전체 순이득 $35dB$를 입력값 $-30dBW$에 더하면 $25dBW$가 아니라 $5dBW$이다.
④ X — 모든 증폭 이득과 감쇠 손실을 합산한 최종 출력은 $45dBW$가 아니라 $5dBW$이다.
⑤ X — 입력 전력의 dBW 변환과 두 감쇠 손실을 모두 반영하면 $55dBW$가 아니라 $5dBW$이다.
계산 결과가 $5dBW$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 $1.0mW$를 $0dBW$로 보는 것이다. $0dBW$는 $1W$이고, $1.0mW$는 $-30dBW$이다. 또한 1000배의 전력 이득은 $30dB$이며, 감쇠 손실 $5dB$와 $10dB$는 각각 빼야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 입력 전력을 요구된 로그 단위로 변환하고, 배수로 주어진 전력 이득은 $10\log_{10}$으로 dB화한다. 그다음 신호 진행 순서대로 증폭 이득은 더하고 감쇠 손실은 빼서 출력 전력을 계산한다.

암기 포인트

전력 기준에서 10배는 $10dB$, 1000배는 $30dB$이고, $1mW = -30dBW$이다.

NoteBase

7. 디지털 변조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① OOK(On-Off Keying) 변조는 진폭편이변조(ASK)이다.

② 직교위상편이변조(QPSK)는 구형파(사각파)를 기저대역 신호로 사용한다.

③ 최소편이변조(MSK)는 불연속 위상 주파수편이변조(FSK)의 한 형태이다.

④ MSK는 Offset QPSK(OQPSK)에 반주기의 정현파 펄스를 적용한 형태이다.

⑤ QPSK는 OQPSK에 비해 위상 변화 범위가 더 크다.

정답 3번

출제 포인트

디지털 변조 방식인 OOK, QPSK, OQPSK, FSK, MSK의 신호 표현과 위상 변화 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

OOK: 반송파를 켜고 끄는 두 진폭 상태로 비트를 나타내는 이진 ASK이다.
QPSK: 서로 직교하는 I축과 Q축 반송파 성분에 기저대역 신호를 실어 네 위상 상태를 만드는 변조 방식이다.
OQPSK: I축과 Q축의 천이 시점을 엇갈리게 하여 한 번에 두 성분이 함께 바뀌는 것을 막으므로 위상 변화가 최대 90도로 제한된다.
MSK: 변조지수가 0.5인 연속 위상 FSK로, OQPSK에 반주기 정현파 펄스 성형을 적용한 것과 같은 형태로 볼 수 있다.

선지별 해설

① O — OOK는 반송파 진폭을 0과 일정한 값으로 전환하는 이진 진폭편이변조, 즉 ASK의 한 형태이다.
② O — QPSK는 I축과 Q축의 직교 반송파를 사용하고, 각 축에 구형파 형태의 기저대역 데이터 신호를 인가하여 네 위상 상태를 만든다.
③ X — 틀린 표현은 '불연속 위상'이다. MSK는 위상이 끊기지 않고 연속적으로 변하는 연속 위상 주파수편이변조의 한 형태이다.
④ O — MSK는 OQPSK의 I축과 Q축 기저대역 펄스를 반주기 정현파 형태로 성형한 등가 구조로 표현할 수 있다.
⑤ O — QPSK는 심벌 천이에서 위상이 최대 180도 변할 수 있지만, OQPSK는 I축과 Q축의 천이를 반 심벌만큼 엇갈리게 하여 최대 위상 변화를 90도로 제한한다. 따라서 QPSK의 위상 변화 범위가 더 크다.

오답 포인트

③은 MSK가 FSK의 한 형태라는 점을 이용해 위상도 불연속일 것처럼 유도한다. 그러나 MSK의 핵심 특징은 주파수 상태가 바뀌어도 반송파의 위상이 연속적으로 이어진다는 점이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

MSK가 나오면 먼저 '최소 주파수 간격'과 '연속 위상'을 확인한다. QPSK와 OQPSK의 비교에서는 I축·Q축이 동시에 천이할 수 있는지 살펴보며, 동시에 천이할 수 있는 QPSK는 최대 180도, 천이를 엇갈리게 하는 OQPSK는 최대 90도의 위상 변화가 가능하다고 판단한다.

암기 포인트

OOK는 진폭의 ON/OFF, MSK는 연속 위상 FSK, OQPSK는 엇갈린 천이와 최대 90도 위상 변화이다.

NoteBase

8. 대역폭이 B[Hz]이고 잡음이 존재하는 통신 채널에서 섀넌(Shannon)의 정리를 적용할 때 채널용량에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 채널용량은 대역폭과 신호대잡음비의 영향을 받는다.

② 신호와 잡음의 크기가 같으면 채널용량은 B이다.

③ 잡음의 크기가 신호의 크기보다 상대적으로 월등히 크면 채널용량은 1에 가까워진다.

④ 신호대잡음비가 0dB이면 채널용량은 B이다.

⑤ 신호대잡음비가 10dB이면 채널용량은 3B보다 크다.

정답 3번

출제 포인트

잡음이 있는 채널의 섀넌 채널용량 공식과 신호대잡음비의 선형값·데시벨값 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 채널 대역폭은 $B Hz$이고 잡음이 존재한다.

구해야 할 내용: 각 신호대잡음비 조건에서 채널용량 C가 어떻게 달라지는지 판단한다.

주의할 조건: 데시벨 신호대잡음비는 $10\log_{10}(S/N)$이므로 $0dB$는 $S/N=1$, $10dB$는 $S/N=10$이다.

사용할 공식

$C = B\log_2\left(1+\frac{S}{N}\right)$ [bit/s]

잡음이 존재하는 대역 제한 채널의 최대 전송률을 묻고 있으므로 섀넌 채널용량 공식을 사용한다.

계산 과정

1. $S=N$이면 $S/N=1$이므로 $C=B\log_2 2=B$이다.
2. $S/N\to 0$이면 $C=B\log_2(1+0)=0$이므로 잡음이 신호보다 매우 크면 채널용량은 0에 가까워진다.
3. $0dB$이면 $S/N=1$이므로 $C=B$이다.
4. $10dB$이면 $S/N=10$이므로 $C=B\log_2 11\approx 3.46B$이며, 이는 $3B$보다 크다.

NoteBase

선지 판단

① O — $C = B\log_2(1 + S/N)$이므로 채널용량은 대역폭 B와 신호대잡음비 S/N의 영향을 모두 받는다.
② O — 신호와 잡음의 크기가 같으면 $S/N = 1$이므로 $C = B\log_2 2 = B$이다.
③ X — 잡음이 신호보다 상대적으로 매우 크면 $S/N \to 0$이어서 채널용량은 1이 아니라 0에 가까워진다. 틀린 표현 '1에 가까워진다'는 '0에 가까워진다'로 고쳐야 한다.
④ O — 신호대잡음비가 $0dB$이면 선형 신호대잡음비는 1이므로 채널용량은 B이다.
⑤ O — 신호대잡음비가 $10dB$이면 $S/N = 10$이고, $C = B\log_2 11 \approx 3.46B > 3B$이다.
따라서 옳지 않은 설명은 ③이다.

오답 포인트

③에서 잡음이 커질수록 채널용량이 어떤 양의 상수 1로 수렴한다고 오해하기 쉽다. 그러나 $S/N \to 0$이면 로그의 진수는 1에 가까워지고, $\log_2 1 = 0$이므로 채널용량은 0에 가까워진다. 또한 $0dB$를 신호가 0인 상태로 해석하면 안 되며, 이는 $S/N = 1$을 뜻한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 데시벨값을 선형 신호대잡음비로 바꾼 뒤 $C = B\log_2(1 + S/N)$에 대입한다. 극한 조건에서는 $S/N \to 0$이면 $C \to 0$이고, S/N이 커질수록 C가 로그 형태로 증가한다는 관계를 적용한다.

암기 포인트

섀넌 용량은 $C = B\log_2(1 + S/N)$이다. $0dB \Rightarrow S/N = 1 \Rightarrow C = B$, 잡음 우세 $S/N \to 0 \Rightarrow C \to 0$이다.

NoteBase

9. 직교 주파수 분할 다중화(OFDM)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 넓은 주파수 대역을 여러 개의 좁은 부채널(subchannel)로 분할한다.

② 서로 직교하는 부반송파(subcarrier)로 여러 개의 데이터를 동시에 전송한다.

③ 송신 시 FFT 연산을 통해 병렬 데이터를 주파수 영역으로 변환한다.

④ 송신 시 CP(Cyclic Prefix)를 삽입하여 다중경로 간섭을 완화한다.

⑤ PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)이 높아 증폭기의 전력 효율이 낮다.

정답 3번

출제 포인트

OFDM 송신 과정에서 주파수 영역의 부반송파 심벌을 시간 영역의 전송 신호로 바꾸는 연산이 IFFT라는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

OFDM은 넓은 대역을 서로 직교하는 여러 개의 좁은 부채널로 나누고, 각 부반송파에 병렬 데이터를 실어 동시에 전송하는 다중화 방식이다.
송신기: 부반송파별 심벌을 주파수 영역에 배치한 뒤 IFFT로 시간 영역 OFDM 신호를 만든다.
수신기: CP를 제거한 뒤 FFT로 시간 영역 수신 신호를 주파수 영역의 부반송파 심벌로 복원한다.
CP는 심벌의 끝부분을 앞에 복사해 붙인 구간으로, 지연 확산이 CP 길이 안에 들어오면 다중경로에 따른 심벌 간 간섭을 줄이고 부반송파 직교성을 유지하는 데 도움이 된다.

선지별 해설

① O — OFDM은 넓은 주파수 대역을 여러 개의 좁은 부채널로 나누어 사용한다.
② O — 각 부채널의 부반송파는 서로 직교하므로 스펙트럼이 겹치더라도 상호 간섭을 억제하면서 여러 데이터 심벌을 동시에 전송할 수 있다.
③ X — 틀린 표현은 '송신 시 FFT 연산을 통해 병렬 데이터를 주파수 영역으로 변환한다'이다. 송신기에서는 주파수 영역에 배치된 병렬 심벌에 IFFT를 적용하여 시간 영역의 OFDM 전송 신호로 변환한다. FFT는 주로 수신기에서 시간 영역 신호를 주파수 영역의 부반송파 심벌로 복원할 때 사용한다.
④ O — CP를 삽입하면 다중경로로 지연된 성분이 유효 심벌 구간을 침범하는 영향을 줄여 심벌 간 간섭을 완화할 수 있다.
⑤ O — 여러 부반송파가 같은 위상으로 더해지면 순간 첨두전력이 커져 PAPR이 높아진다. 따라서 전력증폭기는 포화를 피하도록 큰 출력 여유를 두고 비선형 구간보다 낮은 전력에서 동작해야 하므로 전력 효율이 낮아진다.

NoteBase

오답 포인트

③은 '송신'과 'FFT'를 결합해 송수신 변환 방향을 뒤바꾼 선지이다. 송신에서는 IFFT로 주파수 영역 심벌을 시간 영역 파형으로 만들고, 수신에서는 FFT로 시간 영역 파형을 주파수 영역 심벌로 되돌린다.

다시 나오면 이렇게 판단

OFDM 연산을 묻는 선지에서는 송신과 수신의 방향을 먼저 구분한다. 송신은 부반송파별 주파수 영역 심벌에서 시간 영역 파형으로 가므로 IFFT이고, 수신은 그 반대이므로 FFT이다. CP는 다중경로 간섭 완화, 높은 PAPR은 전력증폭기 효율 저하와 연결한다.

암기 포인트

OFDM은 송신 IFFT, 수신 FFT, CP로 다중경로 완화, 높은 PAPR로 증폭기 효율 저하이다.

NoteBase

10. 채널 코딩에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 자동 재전송 요청(ARQ) 방식은 단방향 통신(simplex)에서 사용된다.

② 순방향 오류 정정(FEC) 방식은 디지털 이동전화에서 사용된다.

③ 순방향 오류 정정 방식을 사용하면 원래의 메시지 비트 수보다 전송 비트 수가 증가한다.

④ 신드롬(syndrome) 디코딩에서 오류가 없는 경우 신드롬의 모든 성분은 0이다.

⑤ 선형블록코드에서 최소 해밍 거리가 3이면 1개 오류를 정정할 수 있다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 후진 오류 정정인 ARQ와 전진 오류 정정인 FEC의 동작 조건, 부호화에 따른 전송 비트 증가, 신드롬, 최소 해밍 거리의 의미를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

ARQ: 수신 측이 오류를 검출하면 송신 측에 재전송을 요구하는 후진 오류 정정 방식이다. 재전송 요구를 돌려보낼 피드백 경로가 필요하다.

FEC: 송신 측이 오류 정정용 중복 비트를 미리 추가하고, 수신 측이 재전송 없이 오류를 정정하는 전진 오류 정정 방식이다.

선형 블록 코드: 수신 벡터의 신드롬으로 오류 여부를 판별하며, 오류가 없으면 신드롬은 영벡터가 된다. 최소 해밍 거리 $d_{\min}$에 대한 오류 정정 능력은 $t = \lfloor (d_{\min} - 1)/2 \rfloor$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '단방향 통신(simplex)에서 사용된다'이다. ARQ는 수신 측의 재전송 요구가 송신 측으로 전달되어야 하므로 피드백이 가능한 양방향 통신 경로에서 사용된다.

② O
FEC는 재전송을 기다리기 어려운 디지털 이동전화와 같은 통신 환경에서 사용된다. 송신 시 추가한 중복 비트로 수신 측이 오류를 직접 정정한다.

③ O
FEC는 원래 메시지에 오류 정정용 중복 비트를 추가하므로 실제 전송 비트 수는 원래 메시지 비트 수보다 증가한다.

④ O
선형 블록 코드에서 오류가 없는 유효 코드워드의 신드롬은 영벡터이므로 신드롬의 모든 성분은 0이다.

⑤ O
최소 해밍 거리가 3이면 오류 정정 능력은 $t = \lfloor (3-1)/2 \rfloor = 1$이므로 1개 오류를 정정할 수 있다.

오답 포인트

①의 함정은 ARQ의 '자동 재전송'만 보고 통신 방향을 놓치게 하는 데 있다. 자동으로 동작하더라도 수신 측의 재전송 요구가 송신 측으로 돌아가야 하므로 단방향 통신만으로는 ARQ를 운용할 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

재전송 요청이나 확인 응답이 필요하면 피드백 경로가 필요한 ARQ로 판단한다. 송신 단계에서 중복 비트를 넣어 수신 측이 자체 정정하면 FEC로 판단한다. 최소 해밍 거리 문제에서는 $t = \lfloor (d_{\min}-1)/2 \rfloor$를 적용한다.

암기 포인트

ARQ는 피드백·재전송, FEC는 중복 비트·수신 측 자체 정정이다. $d_{\min} = 3$이면 1비트 오류를 정정한다.

NoteBase

11. 어떤 아날로그 신호의 최대 주파수가 4kHz일 때, 8비트로 양자화하여 디지털 신호로 변환하는 경우, 다음 중 옳지 않은 것은?

① 나이키스트 율(Nyquist rate)은 8kHz이다.
② 왜곡 없이 원래의 신호를 복원하기 위한 최대 표본화 주기는 125 μsec이다.
③ 표본화 주파수가 6kHz일 때, 에일리어싱(aliasing)이 발생한다.
④ 표본화 다음에 양자화를 수행한다.
⑤ 표본화 주파수가 10kHz일 때, 비트율은 160kbps이다.

정답 5번

출제 포인트

대역 제한 아날로그 신호의 나이퀴스트 표본화 조건과 표본화 주기, 양자화 비트 수에 따른 비트율을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 신호의 최대 주파수는 $f_m = 4kHz$, 양자화 비트 수는 표본당 $n = 8bit$이다.
구해야 할 값: 나이퀴스트율, 최대 표본화 주기, 에일리어싱 발생 여부, A/D 변환 순서, 비트율이다.
주의할 조건: 왜곡 없는 복원을 위해 표본화 주파수는 최대 주파수의 2배 이상이어야 하며, 비트율은 표본화 주파수에 표본당 비트 수를 곱한다.

사용할 공식

나이퀴스트 표본화 조건은 $f_s \geq 2f_m$이다.
표본화 주기는 $T_s = 1/f_s$이다.
PCM 비트율은 $R_b = nf_s$이다.
최대 주파수가 f_m인 대역 제한 신호를 에일리어싱 없이 복원하려면 최소 $2f_m$의 표본화 주파수가 필요하고, 각 표본을 n비트로 표현하므로 초당 비트 수는 초당 표본 수와 표본당 비트 수의 곱으로 구한다.

계산 과정

1. 나이퀴스트율은 $2f_m = 2 \times 4kHz = 8kHz$이다.
2. 왜곡 없는 복원을 위한 최대 표본화 주기는 $T_{s,\max} = 1/(8kHz) = 125\mu s$이다.
3. $f_s = 6kHz$는 $8kHz$보다 작으므로 에일리어싱이 발생한다.
4. $f_s = 10kHz$일 때 비트율은 $R_b = 8bit/sample \times 10{,}000sample/s = 80kbps$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 최대 주파수가 $4kHz$이므로 나이퀴스트율은 그 2배인 $8kHz$이다.
② O — 최소 표본화 주파수 $8kHz$의 역수는 $125\mu s$이므로 허용되는 최대 표본화 주기가 맞다.
③ O — $6kHz < 8kHz$이므로 나이퀴스트 조건을 만족하지 않아 에일리어싱이 발생한다.
④ O — 아날로그 신호의 디지털 변환에서는 표본화로 시간축을 이산화한 뒤 양자화로 진폭을 이산화한다.
⑤ X — '비트율은 $160kbps$'가 틀렸다. 올바르게는 $8bit/sample \times 10ksample/s = 80kbps$이다. $160kbps$는 표본당 비트 수나 표본화 주파수를 불필요하게 2배로 계산한 값이다.

오답 포인트

나이퀴스트율을 구할 때 사용하는 2배를 비트율 계산에도 다시 적용하면 ⑤처럼 $160kbps$로 잘못 계산한다. 나이퀴스트 조건은 필요한 표본화 주파수를 판단하는 조건이고, 주어진 표본화 주파수에서 비트율은 $R_b = nf_s$만 적용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $2f_m$로 최소 표본화 주파수를 구하고, 주기는 그 역수로 계산한다. 실제 표본화 주파수가 $2f_m$보다 작은지 비교해 에일리어싱을 판단한 뒤, 비트율은 nf_s로 계산한다.

암기 포인트

표본화는 f_s≥2f_m, 주기는 $T_s = 1/f_s$, 비트율은 $R_b = nf_s$이다.

NoteBase

12. 주파수 200kHz의 정현파 신호를 FM 변조했을 때 변조된 신호의 대역폭에 가장 가까운 것은? (단, 반송파는 주파수 5MHz의 정현파로, 최대 주파수편이는 800kHz로 가정함)

① 200kHz
② 600kHz
③ 1MHz
④ 2MHz
⑤ 5MHz

정답 4번

출제 포인트

FM 신호의 근사 대역폭을 카슨 법칙으로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 변조 신호의 최대 주파수는 $f_m = 200\text{kHz}$, 최대 주파수편이는 $\Delta f = 800\text{kHz}$이다.
구해야 할 값: FM 변조 신호의 대역폭 B이다.
주의할 조건: 반송파 주파수 5MHz는 대역폭의 중심을 정할 뿐, 카슨 법칙의 대역폭 계산에는 직접 들어가지 않는다.

사용할 공식

카슨 법칙은 다음과 같다.
$B \approx 2(\Delta f + f_m)$
FM 신호의 유효 대역폭은 최대 주파수편이와 변조 신호의 최대 주파수를 함께 반영하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

$B \approx 2(800\text{kHz} + 200\text{kHz}) = 2{,}000\text{kHz} = 2\text{MHz}$
따라서 변조된 신호의 대역폭에 가장 가까운 값은 2MHz이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 200kHz는 변조 신호의 최대 주파수일 뿐 FM 대역폭이 아니다. ‘대역폭은 200kHz’라는 표현은 틀리며, 올바르게는 ‘카슨 법칙에 따른 대역폭은 약 2MHz’이다.
② X — 600kHz는 $2(\Delta f + f_m)$의 계산 결과와 일치하지 않는다. ‘대역폭은 600kHz’라는 표현은 틀리며, 올바르게는 ‘대역폭은 약 2MHz’이다.
③ X — 1MHz는 $\Delta f + f_m = 1\text{MHz}$까지만 계산하고 양측 대역을 반영하는 계수 2를 빠뜨린 값이다. ‘대역폭은 1MHz’라는 표현은 틀리며, 올바르게는 ‘대역폭은 약 2MHz’이다.
④ O — 카슨 법칙에 대입하면 $B \approx 2(800 + 200)\text{kHz} = 2\text{MHz}$이므로 계산 결과와 일치한다.
⑤ X — 5MHz는 반송파 주파수이지 대역폭이 아니다. ‘대역폭은 5MHz’라는 표현은 틀리며, 올바르게는 ‘중심 주파수는 5MHz이고 대역폭은 약 2MHz’이다.

오답 포인트

③의 1MHz는 $\Delta f + f_m$만 구하고 전체 대역폭을 위한 계수 2를 누락할 때 나오는 값이다. 또한 ⑤의 반송파 주파수는 스펙트럼의 중심 위치이지 대역폭이 아니므로 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

FM 대역폭 문제에서는 최대 주파수편이 Δf와 변조 신호의 최대 주파수 f_m를 찾은 뒤 $B \approx 2(\Delta f + f_m)$에 대입하고 단위를 통일한다. 반송파 주파수는 대역폭 계산에서 제외한다.

암기 포인트

카슨 법칙은 ‘편이와 변조주파수를 더한 뒤 2배’인 $B \approx 2(\Delta f + f_m)$이다.

NoteBase

13. 펄스부호변조(PCM)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 표본화 과정을 통해 펄스진폭변조(PAM) 신호를 만든다.

② μ-법칙 컴팬딩(companding)은 비균일 양자화 방식이다.

③ 음성신호의 PCM은 전압 레벨이 낮은 부분을 더욱 세밀하게 표현한다.

④ 신호 $16\cos(100\pi t)$V를 4비트로 균일 양자화할 때, 양자화 간격은 1.0V이다.

⑤ 균일 양자화에서 양자화 비트 수가 1비트 증가할 때마다 신호대 양자화잡음전력비(SQNR)는 6dB 개선된다.

정답 4번

출제 포인트

PCM의 표본화·양자화·부호화 과정, 컴팬딩의 효과, 균일 양자화 간격과 양자화 비트 수에 따른 SQNR 변화를 함께 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 신호는 $x(t) = 16\cos(100\pi t)V$이므로 최대 진폭은 $16V$, 양자화 입력 범위는 $-16V$부터 $+16V$까지이다.

4비트 균일 양자화의 양자화 레벨 수는 $L = 2^4 = 16$이다.

구해야 할 값은 전체 입력 범위를 16개 레벨로 나눈 양자화 간격이다.

사용할 공식

균일 양자화 간격은

$\Delta = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{L} = \frac{2A}{2^n}$

이다. 여기서 A는 신호의 최대 진폭, n은 양자화 비트 수이다. 균일 양자화에서는 전체 입력 범위를 동일한 폭으로 나누므로 이 공식을 사용한다.

또한 이상적인 PCM에서 양자화 비트 수가 1비트 증가할 때 SQNR은 약 $6.02dB$ 증가한다.

계산 과정

1. 신호의 전체 입력 범위는 $+16 - (-16) = 32V$이다.
2. 4비트의 양자화 레벨 수는 $2^4 = 16$이다.
3. 따라서 양자화 간격은

$\Delta = \frac{32V}{16} = 2V$

이다. 그러므로 ④의 $1.0V$는 잘못된 값이다.

NoteBase

선지 판단

① O — PCM에서는 아날로그 신호를 먼저 표본화하며, 표본화된 신호는 시간은 이산적이고 진폭은 연속적인 PAM 형태이다.
② O — μ-법칙 컴팬딩은 작은 진폭 구간을 더 세밀하게, 큰 진폭 구간을 더 거칠게 표현하는 비균일 양자화 효과를 낸다.
③ O — 음성 신호는 작은 진폭으로 존재하는 시간이 많으므로, 컴팬딩을 사용하는 PCM은 낮은 전압 레벨을 더 세밀하게 양자화하여 작은 신호의 양자화 잡음을 줄인다.
④ X — '양자화 간격은 $1.0V$이다'가 틀렸다. 전체 범위가 $32V$이고 레벨 수가 16이므로 올바른 양자화 간격은 $2.0V$이다.
⑤ O — 이상적인 균일 양자화 PCM의 SQNR은 비트 수가 1비트 늘 때마다 약 $6.02dB$, 즉 약 $6dB$ 개선된다.

오답 포인트

④에서 최대 진폭 $16V$를 전체 입력 범위로 착각하면 $16/16 = 1V$가 나온다. 양극성 신호의 전체 범위는 진폭 A가 아니라 $2A$이므로 $-16V$부터 $+16V$까지의 $32V$를 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파의 균일 양자화 간격은 먼저 최소값과 최대값으로 전체 범위를 구하고, 이를 2^n개의 레벨로 나누어 판단한다. 양자화 비트 수와 SQNR의 관계는 1비트 증가당 약 $6dB$로 확인한다.

암기 포인트

양극성 신호의 균일 양자화는 $\Delta = 2A/2^n$, SQNR은 1비트당 약 $6dB$ 증가이다. μ-법칙 컴팬딩은 작은 진폭을 더 세밀하게 표현한다.

NoteBase

14. 위성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 극궤도 위성은 북극과 남극을 통과하는 궤도를 따라 지구 주위를 공전한다.

② 극궤도 위성의 고도는 저궤도에 속한다.

③ 정지궤도 위성의 고도는 약 35,786km이다.

④ 정지궤도 위성은 적도 상공을 따라 공전한다.

⑤ 저궤도 위성은 정지궤도 위성에 비해 1개의 위성으로 넓은 지역을 커버할 수 있다.

정답 5번

출제 포인트

극궤도·저궤도·정지궤도 위성의 궤도 특성과 1기당 지상 커버리지 차이를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

극궤도 위성: 북극과 남극 부근을 지나는 궤도로 공전하며, 지구 자전에 따라 관측 영역이 달라지는 위성이다.
저궤도 위성: 지구에 비교적 가까운 낮은 고도의 궤도를 도는 위성으로, 1기당 지상 커버리지는 좁지만 전파 지연이 작다.
정지궤도 위성: 적도 상공 약 35,786km에서 지구 자전과 같은 방향·주기로 공전하여 지상에서 정지한 것처럼 보이는 위성이다.
커버리지 대비: 1기당 커버리지는 일반적으로 정지궤도 위성이 저궤도 위성보다 넓다.

선지별 해설

① O — 극궤도 위성은 북극과 남극 부근을 통과하는 궤도를 따라 지구 주위를 공전한다.
② O — 저궤도 위성은 지구에 가까운 낮은 고도의 궤도에 속한다.
③ O — 정지궤도 위성의 고도는 지표면에서 약 35,786km이다.
④ O — 정지궤도 위성은 적도 상공의 원궤도를 따라 공전해야 지상에서 같은 위치에 머무는 것처럼 보인다.
⑤ X — 틀린 부분은 '저궤도 위성이 정지궤도 위성에 비해 1기의 위성으로 넓은 지역을 커버할 수 있다'이다. 저궤도 위성은 지구와 가까워 1기당 지상 커버리지가 상대적으로 좁다. 올바르게는 '정지궤도 위성이 저궤도 위성보다 1기의 위성으로 더 넓은 지역을 커버할 수 있다'이다.

오답 포인트

⑤는 저궤도 위성이 지표면에 더 가깝다는 사실을 '더 넓게 보인다'로 잘못 연결하게 만든다. 위성이 지구에서 멀수록 한 지점에서 내려다보는 지상 범위가 넓으므로, 1기당 커버리지는 정지궤도 위성이 더 넓다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

궤도 높이와 1기당 커버리지를 함께 비교한다. 저궤도는 낮은 고도·좁은 1기당 커버리지, 정지궤도는 적도 상공 약 35,786km·넓은 1기당 커버리지로 판단한다.

암기 포인트

저궤도는 가깝고 좁게, 정지궤도는 멀고 넓게 커버한다.

NoteBase

15. 정보원에서 심볼들의 발생 확률이 서로 다른 경우에는 모든 심볼들을 고려해 평균 정보량을 계산할 필요가 있다. 임의의 심볼들의 집합에서 각 심볼의 발생 확률을 이용해 얻게 되는 평균 정보량을 의미하는 것은?

① 비트율
② 엔트로피
③ 채널용량
④ 오류율
⑤ 전송속도

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 심벌별 발생 확률을 반영한 평균 정보량의 명칭과 정의를 묻는다.

핵심 개념

엔트로피는 확률변수의 심벌 하나가 제공하는 자기정보량을 발생 확률로 가중평균한 값이다. 심벌 x_i의 발생 확률이 p_i일 때 자기정보량은 $I(x_i) = -\log_2 p_i$이고, 엔트로피는 $H(X) = -\sum_i p_i \log_2 p_i$이다. 밑이 2이면 단위는 bit/symbol이다.
비트율과 전송속도는 단위 시간당 전달되는 비트 또는 심벌의 양을 나타내지만, 엔트로피는 심벌 하나당 평균 정보량을 나타낸다. 채널용량은 채널이 신뢰성 있게 전달할 수 있는 정보율의 이론적 최댓값이다.

선지별 해설

① X — 비트율은 단위 시간당 전송되는 비트 수이다. '평균 정보량'이라는 표현이 틀렸으며, 올바른 용어는 엔트로피이다.
② O — 엔트로피는 각 심벌의 자기정보량을 그 심벌의 발생 확률로 가중평균한 값이므로 문제의 정의와 일치한다.
③ X — 채널용량은 주어진 채널에서 신뢰성 있게 전송할 수 있는 정보율의 최대 한계이다. '발생 확률로 구한 평균 정보량'이라는 표현이 틀렸으며, 올바른 용어는 엔트로피이다.
④ X — 오류율은 전송된 비트나 심벌 가운데 잘못 판정된 것의 비율이다. '평균 정보량'이라는 표현이 틀렸으며, 올바른 용어는 엔트로피이다.
⑤ X — 전송속도는 단위 시간당 전송되는 비트 수 또는 심벌 수를 나타낸다. '발생 확률을 이용한 평균 정보량'이라는 표현이 틀렸으며, 올바른 용어는 엔트로피이다.

NoteBase

오답 포인트

정보의 양을 나타내는 엔트로피와 시간당 전달량을 나타내는 비트율·전송속도를 혼동하기 쉽다. 또한 채널용량은 평균 정보량 자체가 아니라 채널의 최대 정보 전송 능력이다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘심벌의 발생 확률’, ‘자기정보량’, ‘평균 정보량’이 함께 제시되면 엔트로피를 고른다. ‘단위 시간당’이면 비트율이나 전송속도, ‘신뢰성 있게 전송 가능한 최대 정보율’이면 채널용량으로 구분한다.

암기 포인트

확률로 평균한 정보량은 엔트로피, 시간당 전달량은 전송률, 채널의 최대 한계는 채널용량이다.

NoteBase

16. 고속의 독립적인 코드를 부여하여 대역 확산 변조를 적용한 다중 접속 방식은?

① TDMA
② FDMA
③ PDMA
④ CDMA
⑤ OFDMA

정답 4번

출제 포인트

사용자마다 고속의 독립적인 확산 코드를 부여하여 같은 주파수 대역을 공유하게 하는 다중접속 방식을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

CDMA(Code Division Multiple Access)는 사용자마다 서로 다른 확산 코드를 부여하고, 송신 신호의 대역폭을 넓히는 대역 확산을 이용하여 여러 사용자가 같은 시간과 같은 주파수 대역을 공유하는 방식이다.
TDMA는 시간 슬롯, FDMA는 주파수 대역, CDMA는 확산 코드, OFDMA는 직교 부반송파를 기준으로 사용자를 구분한다.

선지별 해설

① X — TDMA는 사용자를 서로 다른 시간 슬롯에 할당하는 시간분할 다중접속 방식이다. 독립적인 확산 코드를 부여하는 방식이라는 표현은 틀리며, 올바르게는 CDMA이다.
② X — FDMA는 전체 주파수 대역을 여러 주파수 채널로 나누어 사용자에게 할당하는 주파수분할 다중접속 방식이다. 확산 코드로 사용자를 구분한다는 표현은 틀리며, 올바르게는 CDMA이다.
③ X — PDMA는 사용자를 구분하는 기준이 확산 코드인 Code Division Multiple Access가 아니다. 고속의 독립적인 코드를 부여하여 대역 확산을 적용하는 방식이라는 표현은 틀리며, 올바르게는 CDMA이다.
④ O — CDMA는 각 사용자에게 독립적인 확산 코드를 부여하여 신호를 대역 확산하고, 수신 측에서 해당 코드의 상관 특성을 이용해 사용자를 구분한다.
⑤ X — OFDMA는 서로 직교하는 여러 부반송파를 사용자별로 나누어 할당하는 방식이다. 독립적인 확산 코드를 부여하는 방식이라는 표현은 틀리며, 올바르게는 CDMA이다.

오답 포인트

문제의 핵심 단서는 '독립적인 코드'와 '대역 확산'이다. 여러 다중접속 방식이 모두 한정된 무선 자원을 여러 사용자가 나누어 쓰게 하지만, 시간·주파수·부반송파가 아니라 확산 코드로 사용자를 구분하는 방식은 CDMA이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

사용자 구분 자원을 찾는다. 시간 슬롯이면 TDMA, 주파수 대역이면 FDMA, 확산 코드이면 CDMA, 직교 부반송파이면 OFDMA로 판단한다. 특히 '고속 코드', '확산 코드', '대역 확산'이 함께 제시되면 CDMA에 해당한다.

암기 포인트

시간은 TDMA, 주파수는 FDMA, 코드는 CDMA, 직교 부반송파는 OFDMA이다.

NoteBase

17. 아날로그 변조 방식에 해당하는 것은?

① PCM
② DPCM
③ ADPCM
④ ADM
⑤ PM

정답 5번

출제 포인트

아날로그 변조 방식과 디지털 펄스 변조·부호화 방식을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

PM(Phase Modulation)은 아날로그 정보 신호의 크기에 따라 반송파의 위상을 연속적으로 변화시키는 아날로그 각도 변조 방식이다.
PCM 계열과 델타 변조 계열은 아날로그 신호를 표본화·양자화하거나 차이값을 부호화하여 디지털 신호로 나타내는 방식이다.
핵심 대비는 PM은 반송파의 위상을 연속적으로 바꾸는 아날로그 변조이고, PCM·DPCM·ADPCM·ADM은 표본 또는 차이 정보를 이산적인 부호로 표현하는 디지털 방식이라는 점이다.

선지별 해설

① X — PCM(Pulse Code Modulation)을 아날로그 변조 방식으로 보는 것은 틀리다. PCM은 아날로그 신호를 표본화하고 양자화한 뒤 이진 부호로 표현하는 디지털 펄스 부호 변조 방식이다.
② X — DPCM(Differential PCM)을 아날로그 변조 방식으로 보는 것은 틀리다. DPCM은 현재 표본 자체가 아니라 예측값과 실제 표본의 차이를 양자화·부호화하는 디지털 방식이다.
③ X — ADPCM(Adaptive DPCM)을 아날로그 변조 방식으로 보는 것은 틀리다. ADPCM은 신호 특성에 맞추어 양자화 간격이나 예측 방식을 적응적으로 조절하는 디지털 차분 부호 변조 방식이다.
④ X — ADM(Adaptive Delta Modulation)을 아날로그 변조 방식으로 보는 것은 틀리다. ADM은 입력 신호의 변화에 맞추어 계단 크기를 적응적으로 조절하는 디지털 델타 변조 방식이다.
⑤ O — PM은 정보 신호에 따라 반송파의 위상을 연속적으로 변화시키는 아날로그 위상 변조 방식이므로 정답이다.

NoteBase

오답 포인트

PCM 등의 명칭에 Modulation이 들어간다는 이유만으로 모두 아날로그 변조라고 판단하기 쉽다. 이 문항에서는 반송파의 위상을 연속적으로 바꾸는 PM과, 표본 또는 차이값을 디지털 부호로 만드는 PCM·DPCM·ADPCM·ADM을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반송파의 진폭·주파수·위상을 정보 신호에 따라 연속적으로 변화시키면 아날로그 변조로 판단한다. 표본화·양자화·이진 부호화·차분 부호화·델타 변조가 핵심이면 디지털 방식으로 판단한다.

암기 포인트

PM은 위상을 연속적으로 바꾸는 아날로그 변조이고, PCM·DPCM·ADPCM·ADM은 표본이나 차이를 부호화하는 디지털 방식이다.

NoteBase

18. 디지털 통신 시스템의 펄스부호변조 신호를 생성하는 과정 중 샘플값을 양자화(quantization)할 때 발생하는 양자화 오류의 크기가 갖는 확률분포로 옳은 것은?

① 가우시안(Gaussian) 분포
② 레일레이(Rayleigh) 분포
③ 포아송(Poisson) 분포
④ 균일(uniform) 분포
⑤ 지수(exponential) 분포

정답 4번

출제 포인트

펄스부호변조에서 표본값을 양자화할 때 생기는 양자화 오차의 확률분포를 묻는 문제이다.

핵심 개념

양자화 오차는 연속적인 표본값과 이를 대표하는 양자화 레벨 사이의 차이이다. 균일 양자화기에서 과부하가 없고 표본값이 각 양자화 구간 안에 고르게 놓인다고 보면, 양자화 오차는 보통 $-\Delta/2$에서 $\Delta/2$ 사이의 균일분포로 모델링한다. 여기서 Δ는 양자화 간격이다.

선지별 해설

① X — 가우시안 분포는 양자화 오차의 기본 확률모형이 아니다. 틀린 표현은 '가우시안 분포'이며, 올바르게는 '균일분포'이다.
② X — 레일레이 분포는 서로 독립인 두 직교 가우시안 성분으로 이루어진 신호의 포락선 크기 등을 나타낼 때 주로 사용한다. 틀린 표현은 '레일레이 분포'이며, 양자화 오차에는 '균일분포'가 해당한다.
③ X — 포아송 분포는 일정 구간에서 발생하는 사건의 횟수를 나타내는 이산분포이다. 틀린 표현은 '포아송 분포'이며, 양자화 오차에는 연속형 '균일분포'가 해당한다.
④ O — 균일 양자화기의 오차는 한 양자화 구간 안에서 가능한 값들이 같은 정도로 나타난다고 보므로 균일분포로 모델링한다.
⑤ X — 지수분포는 사건이 일어날 때까지의 대기시간이나 수명 등을 나타낼 때 주로 사용한다. 틀린 표현은 '지수분포'이며, 양자화 오차에는 '균일분포'가 해당한다.

오답 포인트

통신이론에서 가우시안 분포가 잡음 모형으로 자주 등장하므로 ①을 고르기 쉽다. 그러나 이 문항은 채널의 열잡음이 아니라 양자화 구간에서 생기는 오차를 묻고 있으므로 균일분포를 선택한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

‘균일 양자화기의 양자화 오차’가 나오면 한 구간 안의 오차가 고르게 분포한다는 모형을 적용하여 균일분포로 판단한다. 잡음 자체의 분포를 묻는 문제와 구분한다.

암기 포인트

균일 양자화기 → 양자화 오차도 균일분포이다.

NoteBase

19. 64-QAM 변조 방식을 적용한 통신 모뎀에서 전송되는 1개 심볼 펄스의 지속 시간이 0.1ms일 때 데이터 전송 속도[bps]는?

① 20,000
② 40,000
③ 60,000
④ 80,000
⑤ 100,000

정답 3번

출제 포인트

64-QAM의 심벌당 비트 수와 심벌 지속 시간으로부터 데이터 전송 속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 변조 레벨 수는 64, 심벌 지속 시간은 $T_s = 0.1ms$이다.
구해야 할 값: 데이터 전송 속도 R_b이다.
주의할 조건: 64-QAM의 한 심벌은 $\log_2 64 = 6$비트를 나타내며, $0.1ms = 10^{-4}s$로 변환해야 한다.

사용할 공식

$R_b = \frac{\log_2 M}{T_s}$
여기서 M은 변조 레벨 수이고 T_s는 한 심벌의 지속 시간이다. M진 변조에서는 한 심벌이 $\log_2 M$비트를 전달하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 64-QAM의 심벌당 비트 수는 $\log_2 64 = 6$비트이다.
2. 심벌 지속 시간을 초로 바꾸면 $0.1ms = 0.1 \times 10^{-3}s = 10^{-4}s$이다.
3. 따라서 데이터 전송 속도는 $R_b = \frac{6}{10^{-4}} = 60{,}000bps$ 이다.

NoteBase

선지 판단

① X - 20,000 *bps*는 계산 결과 60,000 *bps*와 다르다. 틀린 값 20,000 *bps* → 올바르게는 60,000 *bps*이다.
② X - 40,000 *bps*는 심벌당 6비트를 반영한 계산 결과와 다르다. 틀린 값 40,000 *bps* → 올바르게는 60,000 *bps*이다.
③ O - 6$bit/symbol$을 $10^{-4}s/symbol$로 나누면 60,000 *bps*가 된다.
④ X - 80,000 *bps*는 계산 결과보다 크다. 틀린 값 80,000 *bps* → 올바르게는 60,000 *bps*이다.
⑤ X - 100,000 *bps*는 $1/T_s = 10{,}000 symbol/s$인 심벌률과 심벌당 6비트를 함께 적용한 결과가 아니다. 틀린 값 100,000 *bps* → 올바르게는 60,000 *bps*이다.

오답 포인트

심벌률 10,000 $symbol/s$를 곧바로 비트율로 보면 안 된다. 64-QAM은 한 심벌에 6비트를 실으므로 심벌률에 6을 곱해야 한다. 또한 $0.1ms$를 $10^{-4}s$로 바꾸는 단위 변환을 빠뜨리지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

M-QAM 전송 속도 문제는 먼저 심벌당 비트 수 $\log_2 M$을 구하고, 심벌 지속 시간을 초로 변환한 뒤,
$R_b = (\log_2 M)/T_s$에 대입하여 판단한다.

암기 포인트

M진 변조의 비트율은 심벌률에 $\log_2 M$을 곱한 값이다.

NoteBase

20. 송신 데이터가 11000110인 메시지를 순환 검출 방식(CRC: Cyclic Redundancy Check)을 이용하여 부호화를 수행할 때 송신 데이터에 부가되어 전송되는 4비트의 검사 비트(FCS: Frame Check Sequence)는? (단, 생성 다항식은 $G(x) = x^4 + x^3 + 1$임)

① 0010
② 0011
③ 0111
④ 1000
⑤ 1001

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 생성 다항식의 차수만큼 0을 붙인 송신 데이터를 생성 다항식으로 모듈로-2 나눗셈하여 CRC 검사 비트(FCS)를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 송신 데이터: 11000110
생성 다항식: $G(x) = x^4 + x^3 + 1$
이진 제수: 11001
구해야 할 값: 4비트 FCS
주의할 조건: $G(x)$의 차수가 4이므로 송신 데이터 뒤에 0을 4개 붙여 110001100000을 만든다.

사용할 공식

R(x)=(M(x)x^4) G(x)
여기서 $M(x)$는 송신 데이터 다항식이고 $R(x)$는 나눗셈의 나머지이다. CRC에서는 덧셈과 뺄셈을 자리올림이나 빌림이 없는 XOR로 수행하며, 생성 다항식의 차수가 4이므로 나머지가 4비트 FCS가 된다.

계산 과정

송신 데이터 11000110은 $M(x) = x^7 + x^6 + x^2 + x$이고, 0을 4개 붙이면 $M(x)x^4 = x^{11} + x^{10} + x^6 + x^5$이다. 이를 $G(x) = x^4 + x^3 + 1$로 모듈로-2 나눗셈한다.
1. $x^7G(x) = x^{11} + x^{10} + x^7$을 XOR하면 $x^{7} + x^6 + x^5$가 남는다.
2. $x^3G(x) = x^7 + x^6 + x^3$을 XOR하면 $x^5 + x^3$이 남는다.
3. $xG(x) = x^5 + x^4 + x$을 XOR하면 $x^4 + x^3 + x$가 남는다.
4. $G(x) = x^4 + x^3 + 1$을 XOR하면 최종 나머지는 $x + 1$이다.
따라서 4비트로 나타낸 FCS는 0011이다. 송신 코드워드 110001100011은 11001로 나누어떨어진다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0010은 다항식으로 x이므로 최종 나머지 $x+1$과 다르다. 틀린 값 0010은 올바르게는 0011이다.
② O — 0011은 최종 나머지 $x+1$을 4비트로 나타낸 값이다.
③ X — 0111은 x^2+x+1이므로 최종 나머지보다 x^2 항이 더 있다. 틀린 값 0111은 올바르게는 0011이다.
④ X — 1000은 x^3이므로 최종 나머지 $x+1$과 다르다. 틀린 값 1000은 올바르게는 0011이다.
⑤ X — 1001은 x^3+1이므로 최종 나머지 $x+1$과 다르다. 틀린 값 1001은 올바르게는 0011이다.
계산 결과가 0011이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

생성 다항식 x^4+x^3+1을 11001이 아니라 4비트로 잘못 옮기거나, 차수 4만큼 0을 붙이지 않는 실수가 핵심 함정이다. 또한 CRC 나눗셈에서는 일반 뺄셈이 아니라 XOR를 사용하고, 몫이 아니라 최종 4비트 나머지만 FCS로 취한다.

다시 나오면 이렇게 판단

생성 다항식을 이진수로 바꾸고, 그 차수만큼 데이터 뒤에 0을 붙인 뒤, XOR 나눗셈의 최종 나머지를 차수와 같은 비트 수로 맞추어 판단한다.

암기 포인트

CRC의 FCS는 '생성 다항식의 차수만큼 0 추가 → XOR 나눗셈 → 같은 비트 수의 나머지'로 구한다.

NoteBase