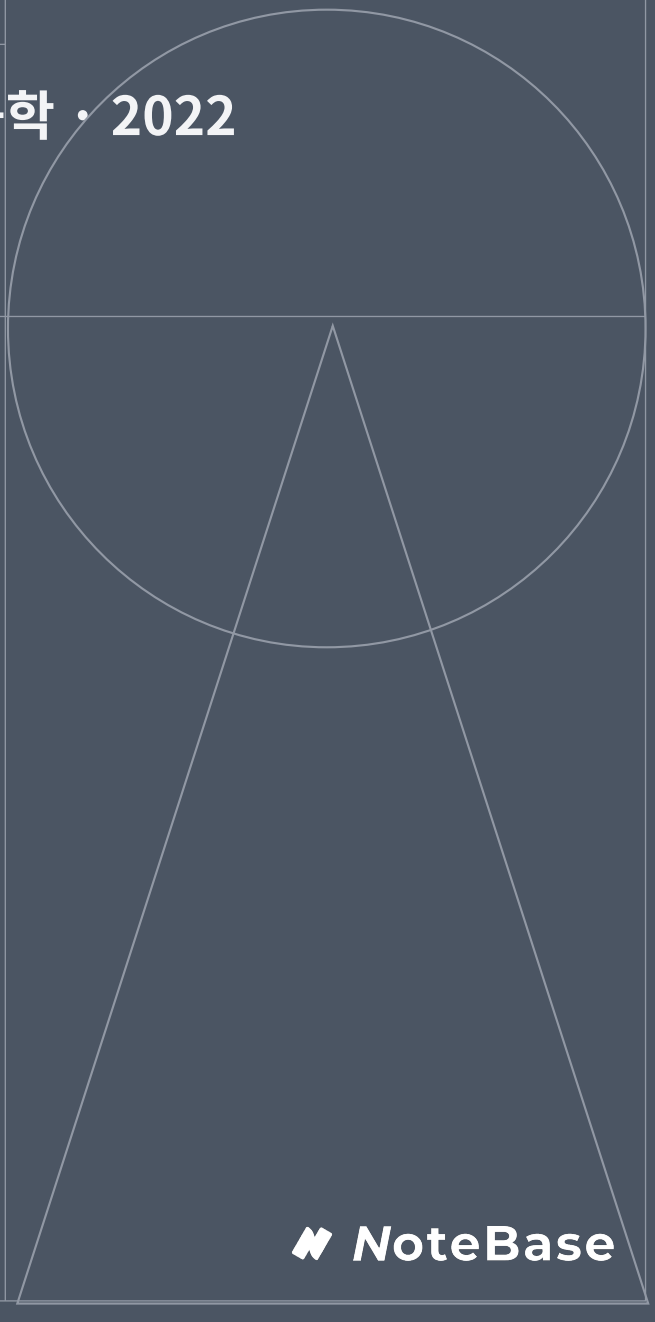
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 통신공학 · 2022



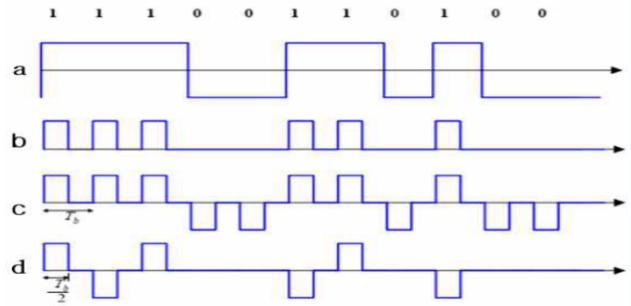
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 통신공학 · 2022

공무원/군무원/9급 · 통신공학 · 2022

1. 다음 중 라인 부호화의 (a, b, c, d)명칭 순서에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?



① (a)Polar NRZ, (b)Unipolar RZ, (c)Polar RZ, (d)Bipolar RZ(AMI)
② (a)Polar NRZ, (b)Polar RZ, (c)Manchester, (d)Bipolar RZ(AMI)
③ (a)Unipolar NRZ, (b)Polar NRZ, (c)Polar RZ, (d)Unipolar RZ
④ (a)Polar RZ, (b)Unipolar RZ, (c)Bipolar RZ, (d)Manchester

정답 1번

출제 포인트

각 비트 구간에서 신호가 양·음 두 레벨을 쓰는지, 0 레벨을 포함하는지, 비트 중간에 0으로 복귀하는지, 같은 비트의 펄스 극성이 번갈아 바뀌는지를 보고 라인 부호화 방식을 식별하는 문제이다. 파형 (a)는 Polar NRZ, (b)는 Unipolar RZ, (c)는 Polar RZ, (d)는 Bipolar RZ(AMI)이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — (a)는 1과 0을 각각 양·음 레벨로 나타내면서 비트 도중 0으로 복귀하지 않으므로 Polar NRZ이다. (b)는 1에서 한 극성의 펄스를 낸 뒤 0으로 복귀하고 0에서는 0 레벨을 유지하므로 Unipolar RZ이다. (c)는 1과 0에 서로 반대 극성의 펄스를 사용하고 각 비트 안에서 0으로 복귀하므로 Polar RZ이다. (d)는 1의 펄스 극성이 양·음으로 번갈아 나타나고 0은 0 레벨이므로 Bipolar RZ(AMI)이다. 따라서 네 명칭이 모두 맞다.
② X — (a)와 (d)는 맞지만, (b)를 Polar RZ, (c)를 Manchester라고 한 부분이 틀리다. 올바르게는 (b) Unipolar RZ, (c) Polar RZ이며 전체 순서는 (a) Polar NRZ, (b) Unipolar RZ, (c) Polar RZ, (d) Bipolar RZ(AMI)이다.
③ X — (a)를 Unipolar NRZ, (b)를 Polar RZ, (d)를 Unipolar RZ라고 한 부분이 틀리다. 올바르게는 각각 (a) Polar NRZ, (b) Unipolar RZ, (d) Bipolar RZ(AMI)이며, (c) Polar RZ만 맞다.
④ X — (a)를 Polar RZ, (c)를 Bipolar RZ, (d)를 Manchester라고 한 부분이 틀리다. 올바르게는 각각 (a) Polar NRZ, (c) Polar RZ, (d) Bipolar RZ(AMI)이며, (b) Unipolar RZ만 맞다.

오답 포인트

RZ라는 이름만 보고 모든 파형을 같은 방식으로 판단하기 쉽다. (b)는 0을 0 레벨로 보내는 단극성 RZ이고, (c)는 1과 0을 반대 극성으로 보내는 Polar RZ이며, (d)는 1이 나올 때마다 펄스 극성이 교대로 바뀌는 AMI라는 차이가 핵심이다. 또한 Manchester는 매 비트 중앙에 반드시 극성 전이가 나타나는데 (c), (d)는 그런 파형이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 비트 중간에 0 레벨로 돌아오는지를 확인해 NRZ와 RZ를 가른다. 다음으로 1과 0이 반대 극성인지, 한 비트만 펄스를 갖는지 확인한다. 마지막으로 1의 펄스가 나올 때마다 양·음 극성이 교대로 바뀌면 Bipolar AMI로 판단한다.

암기 포인트

NRZ는 비트 중간에 0으로 돌아가지 않고, RZ는 돌아간다. Unipolar는 한쪽 극성만, Polar는 양·음 두 극성, AMI는 연속된 1의 극성이 교대로 나타난다.

NoteBase

2. 다음 중 AM(Amplitude Modulation) 변조에서 DSB-TC(Double Side Band-Transmitted Carrier) 신호가 포락선 왜곡에 관한 변조지수( )에 따른 변복조의 특징에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① AM의 변조지수(μ) 정의는 다음과 같다.

$$\mu \equiv \frac{\text{DSB 신호의 최대진폭}}{\text{반송파 신호의 진폭}} = \frac{\max|m(t)|}{A_c}$$

② 변조지수(μ)가 1보다 커야 왜곡이 발생하지 않는다.

③ AM은 반송파를 추가로 전송함으로써 수신기에서 포락선 검파가 가능하다.

④ DSB-TC 변조는 전력 효율이 항상 100%보다 작게 되는데, 전력 효율은 변조지수와 정보신호의 파형에 따라 다른 값을 갖는다.

정답 2번

출제 포인트

DSB-TC에서 변조지수의 정의, 과변조 조건, 포락선 검파 가능성, 전력 효율의 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

DSB-TC는 정보신호에 따라 반송파의 진폭을 변화시키면서 반송파 성분도 함께 전송하는 AM 방식이다. 변조지수는 $\mu = \max|m(t)|/A_c$로 정의된다. 포락선 검파로 왜곡 없이 복조하려면 일반적으로 $0 \le \mu \le 1$이어야 하며, $\mu > 1$이면 과변조로 포락선이 뒤집혀 왜곡이 발생한다. 전력 효율은 전체 송신전력 중 정보를 전달하는 측파대 전력이 차지하는 비율이다.

선지별 해설

① O — 변조지수는 정보신호의 최대 진폭과 반송파 진폭의 비이므로 $\mu = \max|m(t)|/A_c$로 나타낸다.

② X — 틀린 표현은 '변조지수가 1보다 커야 왜곡이 발생하지 않는다'이다. 올바르게는 $\mu > 1$이면 과변조가 일어나 포락선 검파 시 왜곡이 발생하며, 왜곡 없는 포락선 검파를 위해서는 일반적으로 $\mu \le 1$이어야 한다.

③ O — DSB-TC는 큰 반송파 성분을 함께 보내므로 수신기에서 간단한 포락선 검파로 복조할 수 있다.

④ O — 반송파 전력은 정보를 전달하지 않으면서 전체 송신전력에 포함되므로 DSB-TC의 전력 효율은 100%보다 작다. 측파대 전력은 변조지수와 정보신호의 평균제곱값에 따라 달라지므로 전력 효율도 변조지수와 정보신호의 파형에 따라 달라진다.

NoteBase

오답 포인트

②는 변조지수가 클수록 변조가 잘된다는 직관을 이용한 함정이다. $\mu = 1$은 포락선이 0에 닿는 경계이고, 이를 넘는 $\mu > 1$은 과변조 영역이므로 포락선 검파에서 왜곡이 생긴다.

다시 나오면 이렇게 판단

변조지수 관련 선지는 먼저 $\mu \leq 1$이면 정상 변조, $\mu > 1$이면 과변조라는 경계를 확인한다. 이어서 반송파를 함께 보내면 포락선 검파는 쉬워지지만, 정보가 없는 반송파에도 전력이 소비되어 전력 효율은 100%에 미치지 못한다는 관계를 적용한다.

암기 포인트

DSB-TC는 '반송파 전송 → 포락선 검파 가능, $\mu > 1$ → 과변조와 왜곡, 반송파 전력 → 효율 저하'로 연결한다.

NoteBase

3. 다음 중 아날로그 정보를 전송하는 아날로그 변조방식에 따른 변조지수와 전력효율에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 각변조는 정보신호에 의하여 반송파의 각을 변화시킨다.
② 각변조의 진폭은 정보신호에 따라 반송파의 크기가 변한다.
③ FM 주파수 변조는 순시주파수를 정보신호에 따라 선형적으로 변화시킨다.
④ PM의 위상 변조된 신호의 순시주파수는 정보 신호의 미분 값에 따라 선형적으로 변화시킨다.

정답 2번

출제 포인트

진폭변조(AM)와 각변조(FM·PM)에서 정보신호가 바꾸는 반송파 성분, 변조지수의 의미, 각변조의 일정한 포락선 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

진폭변조(AM)는 반송파의 진폭을 정보신호에 따라 변화시키는 방식이다. 일반적인 단일톤 AM의 변조지수는 정보신호 진폭과 반송파 진폭의 비로 나타내며, 반송파가 포함된 AM의 전력효율은 변조지수의 영향을 받는다.
각변조는 반송파의 진폭을 일정하게 유지하면서 각도, 즉 위상이나 주파수를 변화시키는 방식이다. FM의 변조지수는 $\beta = \Delta f / f_m$이고, PM의 최대 위상편이는 정보신호의 진폭에 비례한다. 각변조는 진폭이 일정하므로 송신전력도 일정하다.
FM은 정보신호에 비례하여 순간주파수를 변화시키고, PM은 정보신호에 비례하여 순간위상을 변화시킨다.
따라서 PM 신호의 순간주파수 편이는 정보신호의 시간 미분값에 비례한다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 각변조는 정보신호에 따라 반송파의 각도 성분인 위상 또는 순간주파수를 변화시킨다.

② X — 틀린 부분은 '각변조의 진폭은 정보신호에 따라 반송파의 크기가 변한다'이다. 각변조에서는 반송파의 진폭이 일정하고 위상 또는 순간주파수가 변한다. 정보신호에 따라 반송파의 진폭이 변하는 방식은 진폭변조(AM)이다.

③ O — FM에서는 순간주파수 편이가 정보신호의 순간값에 비례하므로 순간주파수가 정보신호에 따라 선형적으로 변한다.

④ O — PM 신호를 $s(t) = A_c\cos[2\pi f_c t + k_p m(t)]$로 나타내면 순간주파수는 $f_i(t) = f_c + \frac{k_p}{2\pi}\frac{dm(t)}{dt}$가 된다. 따라서 PM의 순간주파수 편이는 정보신호의 미분값에 비례하여 선형적으로 변한다.

오답 포인트

②는 '정보신호에 따라 반송파가 변한다'는 공통 표현을 이용해 변화 대상만 바꾼 함정이다. AM은 진폭을 바꾸지만 각변조는 진폭을 일정하게 두고 위상 또는 순간주파수를 바꾼다. 또한 PM에서 정보신호에 직접 비례하는 것은 위상이고, 순간주파수는 정보신호의 미분값에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

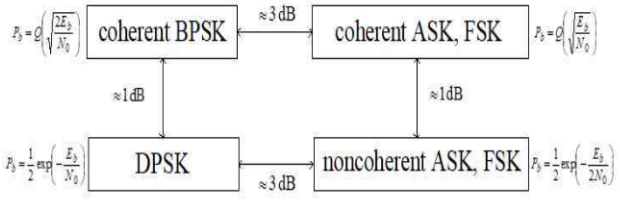
각 선지에서 정보신호가 바꾸는 반송파 성분을 확인한다. 진폭이 변하면 AM, 순간주파수가 정보신호에 비례하면 FM, 위상이 정보신호에 비례하고 순간주파수가 정보신호의 미분값에 비례하면 PM으로 판단한다.

암기 포인트

AM은 진폭, FM은 주파수, PM은 위상을 정보신호에 따라 바꾼다. 각변조의 진폭은 일정하며, PM의 순간주파수는 정보신호의 미분값을 따른다.

NoteBase

4. 다음과 같은 평균 비트 에너지에 따른 BER (Bit Error Rate)에 의한 P_b(Bit error probability) 성능비교에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?



① 동기식 ASK와 동기식 FSK의 비트오류확률인 P_b 성능이 같다.
② BPSK는 FSK에 비해 비트오류확률인 P_b이 우수하다.
③ 동기식 ASK/FSK와 비동기식 ASK/FSK의 P_b 성능은 같다.
④ DPSK는 수신기에서 인접한 비트 구간에서 반송파의 위상 차를 알게되면, 복조가 가능한 변복조 방식이다.

정답 3번

출제 포인트

평균 비트 에너지 E_b가 같을 때 BPSK, ASK, FSK, DPSK의 검파 방식에 따른 비트오류확률 P_b와 상대적 성능 차이를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

동기식 검파는 수신기가 반송파의 위상·주파수 기준을 맞추어 신호를 판정하는 방식이고, 비동기식 검파는 그러한 반송파 위상 기준 없이 판정하는 방식이다.
도식에서 동기식 BPSK는 $P_b = Q(\sqrt{2E_b/N_0})$, 동기식 ASK·FSK는 $P_b = Q(\sqrt{E_b/N_0})$이므로 BPSK가 약 3 dB 우수하다. DPSK는 $P_b = \frac{1}{2}\exp(-E_b/N_0)$, 비동기식 ASK·FSK는 $P_b = \frac{1}{2}\exp(-E_b/(2N_0))$이며, 각 계열에서 동기식이 대응하는 비동기식보다 약 1 dB 우수하다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 도식에서 동기식 ASK와 동기식 FSK에는 동일한 식 $P_b = Q\left(\sqrt{E_b/N_0}\right)$이 적용되므로 BER 성능이 같다.
② O — 동기식 BPSK는 동기식 FSK보다 같은 P_b를 얻는 데 필요한 E_b/N_0가 약 3 dB 작으므로 비트오류확률 성능이 우수하다.
③ X — 틀린 표현은 'P_b 성능은 같다'이다. 도식의 수직 화살표가 약 1 dB의 성능 차이를 나타내며, 올바르게는 동기식 ASK·FSK가 대응하는 비동기식 ASK·FSK보다 약 1 dB 우수하다고 해야 한다.
④ O — DPSK는 절대 반송파 위상을 직접 기준으로 삼지 않고 인접한 두 비트 구간의 반송파 위상 차이에 정보가 실렸는지를 판정하여 복조하는 차동 복조 방식이다.

오답 포인트

동기식 ASK와 동기식 FSK가 서로 같은 성능이라는 사실을 동기식과 비동기식도 같다는 뜻으로 확대하면 ③을 놓치게 된다. 그림의 가로 비교는 변조 방식 사이의 약 3 dB 차이이고, 세로 비교는 검파 방식 사이의 약 1 dB 차이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 같은 행에서 BPSK와 ASK·FSK의 약 3 dB 차이를 확인하고, 같은 열에서 동기식과 비동기식의 약 1 dB 차이를 확인한다. DPSK는 인접 비트 구간의 위상 차이를 이용한다는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

BPSK 대 ASK·FSK는 약 3 dB, 동기식 대 비동기식은 약 1 dB이며, DPSK는 인접 구간의 위상 차이를 본다.

NoteBase

5. 다음 중 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① OFDM은 다중 비트에 직교성을 적용하여 좋은 성능과 적절한 복잡도 및 높은 스펙트럼 효율로 전송할 수 있는 시스템이다.
   ② OFDM 구조의 비트 오류 확률 성능은 BPSK의 성능과 동일하다.
   ③ OFDM의 스펙트럼 효율은 대략적으로 10bit/s/Hz이다.
   ④ OFDM의 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)이 높아지면, 우수한 메시지 복원 성능을 위해 고성능이면서 값비싼 무선시스템의 설계가 필요하다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 OFDM의 직교 다중반송파 구조, 비트 오류율, 스펙트럼 효율, PAPR의 특징을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

OFDM은 서로 직교하는 여러 부반송파에 데이터를 나누어 전송하는 다중반송파 방식이다. 부반송파의 스펙트럼을 서로 겹치게 배치하면서도 직교성으로 부반송파 간 간섭을 억제하므로 주파수 자원을 효율적으로 사용할 수 있다. 다만 실제 스펙트럼 효율은 변조 차수, 부호화율, 순환접두부(CP), 파일럿과 가드 대역 등의 오버헤드에 따라 달라지며 하나의 고정값으로 정해지지 않는다. 또한 여러 부반송파 신호가 같은 위상으로 합쳐지면 큰 첨두전력이 발생하여 PAPR이 높아질 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① O — OFDM은 다수의 직교 부반송파를 사용한다. 부반송파 스펙트럼이 겹쳐도 직교성이 유지되어 부반송파 간 간섭을 억제할 수 있으므로 적절한 복잡도로 높은 스펙트럼 효율을 구현할 수 있다.

② O — 각 부반송파에 BPSK를 적용하고 이상적인 동기 및 AWGN 조건에서 동일한 비트 에너지 대 잡음비를 비교하면, 부반송파별 검파는 일반 BPSK와 같으므로 비트 오류 확률 성능도 동일하다.

③ X — 틀린 표현은 '스펙트럼 효율은 대략적으로 10*bit*/*s*/*Hz*이다'이다. OFDM의 스펙트럼 효율은 고정적으로 10*bit*/*s*/*Hz*가 되는 것이 아니라 변조 차수, 부호화율, CP, 파일럿 및 가드 대역의 비율에 따라 결정된다고 고쳐야 한다.

④ O — OFDM은 여러 부반송파가 합쳐지면서 PAPR이 커질 수 있다. 큰 첨두신호의 비선형 왜곡과 클리핑을 줄이려면 전력증폭기의 선형 동작 범위와 백오프, 변환기의 동적 범위 등이 커야 하므로 고성능·고비용 설계가 필요할 수 있다.

오답 포인트

③은 OFDM이 주파수를 효율적으로 이용한다는 사실을 이용해 특정 수치까지 일반적 특성인 것처럼 제시한 선지이다. '효율이 높다'와 '효율이 언제나 특정 값이다'는 다르며, OFDM이라는 방식만으로 10*bit*/*s*/*Hz*가 보장되지는 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

OFDM의 일반적 특징은 '직교 부반송파', '스펙트럼 중첩을 통한 효율적 대역 사용', '높은 PAPR'로 판단한다. 스펙트럼 효율이나 전송률이 특정 수치로 단정되면 변조 차수, 부호화율, CP와 파일럿 오버헤드가 주어졌는지를 확인한다.

암기 포인트

OFDM은 직교 부반송파로 대역을 효율적으로 쓰지만, 실제 효율은 전송 조건에 따라 달라지고 PAPR은 높아질 수 있다.

NoteBase

6. AM 변조된 신호 (t)가 아래 식과 같을 때 반송파 및 상·하측파대의 각 전력 성분비는?

$$200+20\cos 900\pi t)\cos 2\pi\times 10\ t$$

① 1 : 0.004 : 0.004
② 1 : 0.025 : 0.025
③ 1 : 0.04 : 0.04
④ 1 : 0.0025 : 0.0025

정답 4번

출제 포인트

AM 신호를 반송파와 두 측파대로 전개하고, 같은 저항에서 정현파 전력이 진폭의 제곱에 비례한다는 원리로 각 전력 성분비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 신호는 $[200 + 20\cos(900\pi t)]\cos(2\pi \times 10t)$이다.
반송파 진폭은 200이고, 변조항의 진폭 계수는 20이다.
곱→합 공식에 따라 변조항이 두 측파대로 절반씩 나뉘므로 각 측파대 진폭은 10이다.

사용할 공식

곱→합 공식은 $\cos A\cos B = \frac{1}{2}\{\cos(A+B)+\cos(A-B)\}$이다. 따라서 $20\cos(900\pi t)\cos(2\pi \times 10t)$에서 각 측파대의 진폭은 $20/2 = 10$이다.
같은 저항 R에 걸리는 진폭 A인 정현파의 평균전력은 $P = A^2/(2R)$이므로, 전력비는 각 성분 진폭의 제곱비로 계산한다.

계산 과정

반송파와 각 측파대의 진폭비는 200 : 10 : 10이다.
따라서 전력비는
$P_c : P_{LSB} : P_{USB} = 200^2 : 10^2 : 10^2 = 1 : 0.0025 : 0.0025$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1 : 0.004 : 0.004는 각 측파대 진폭 10을 반송파 진폭 200과 제곱비로 비교한 값이 아니다. 올바르게는 1 : 0.0025 : 0.0025이다.
② X — 1 : 0.025 : 0.025는 전력이 진폭의 제곱에 비례한다는 점을 잘못 적용한 값이다. 올바르게는 각 측파대에 대해 $(10/200)^2 = 0.0025$를 사용한다.
③ X — 1 : 0.04 : 0.04는 변조 성분이 상·하측파대로 절반씩 나뉘는 것을 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 각 측파대 진폭을 20이 아니라 10으로 두어 1 : 0.0025 : 0.0025로 계산한다.
④ O — 각 측파대 전력은 반송파 전력의 $(10/200)^2 = 0.0025$배이므로 1 : 0.0025 : 0.0025가 맞다.

오답 포인트

변조항의 계수 20을 각 측파대 진폭으로 그대로 쓰거나, 진폭비를 전력비로 착각하기 쉽다. 곱→합 전개에서 각 측파대 진폭은 10이 되고, 전력비에서는 이 진폭비를 반드시 제곱한다.

다시 나오면 이렇게 판단

AM 신호에서 반송파 진폭을 확인한 뒤 곱→합 공식으로 각 측파대 진폭을 구하고, 마지막에 진폭비를 제곱하여 전력비를 판단한다.

암기 포인트

변조항은 두 측파대로 반씩 나뉘고, 전력비는 진폭비의 제곱이다.

NoteBase

7. 다음중 신호 변조에서 기저대역(baseband) 변조로 옳은 것은?

① PM ② QAM

③ PPM ④ FSK

정답 1, 3번

출제 포인트

기저대역에서 펄스의 특성을 바꾸는 변조와 반송파의 진폭·주파수·위상을 바꾸는 대역통과 변조를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

기저대역 변조는 별도의 정현파 반송파에 싣지 않고 펄스의 진폭·폭·위치 등의 특성으로 정보를 나타내는 방식이다.

펄스 변조(PM)는 펄스를 이용하는 변조의 총칭이며, PPM은 펄스의 시간적 위치를 정보에 따라 바꾸는 펄스 위치 변조이다.

QAM과 FSK는 각각 반송파의 진폭·위상 또는 주파수를 바꾸므로 대역통과 변조에 해당한다.

선지별 해설

① O — 이 문항에서 PM은 펄스 변조(Pulse Modulation)를 뜻한다. 펄스의 특성으로 정보를 표현하는 기저대역 변조 계열이므로 옳다.

② X — QAM은 직교하는 두 반송파 성분의 진폭을 조절하여 진폭과 위상 상태로 정보를 나타내는 대역통과 변조이다. 틀린 표현은 ‘QAM이 기저대역 변조이다’이며, 올바르게는 ‘QAM은 반송파 대역 변조이다’이다.

③ O — PPM은 펄스의 발생 위치를 정보 신호에 따라 이동시키는 펄스 위치 변조이므로 기저대역 변조에 해당한다.

④ X — FSK는 디지털 정보에 따라 정현파 반송파의 주파수를 바꾸는 대역통과 변조이다. 틀린 표현은 ‘FSK가 기저대역 변조이다’이며, 올바르게는 ‘FSK는 반송파 대역 변조이다’이다.

오답 포인트

①의 PM을 통상적인 위상 변조(Phase Modulation)로만 해석하면 오답이 된다. 이 문항에서는 PPM과 함께 제시된 문맥 및 정답 구성에 따라 PM을 펄스 변조(Pulse Modulation)로 사용한다. 또한 QAM과 FSK는 디지털 변조이지만, 디지털 변조라는 이유만으로 기저대역 변조가 되는 것은 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

펄스 자체의 진폭·폭·위치 등을 바꾸면 기저대역 변조로 판단하고, 정현파 반송파의 진폭·주파수·위상을 바꾸면 대역통과 변조로 판단한다. 약어 PM은 문맥상 Pulse Modulation인지 Phase Modulation인지 먼저 구별한다.

암기 포인트

펄스 특성 변화는 기저대역, 반송파 특성 변화는 대역통과이다. PPM은 펄스 위치, QAM은 반송파 진폭·위상, FSK는 반송파 주파수를 바꾼다.

NoteBase

8. 다음 중 무선통신 송수신기에 가장 많이 사용되는 구조인 슈퍼헤테로다인 구조에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 저잡음 증폭기는 수신되는 신호의 크기에 따라 스위치 등을 이용하여 단계이득으로 제어되며, 수신기 전체의 잡음지수를 결정한다.
② 헤테로다인 과정에서 신호 이득의 대부분은 IF 영역보다 RF 영역에서 얻어진다.
③ 헤테로다인 수신기는 믹서, 주파수혼합기, 주파수변환기로 구성된다.
④ RF 대역통과 필터는 송신기로부터 누설되는 송신신호와 수신신호의 영상신호 억제 등에 사용된다.

정답 2번

출제 포인트

슈퍼헤테로다인 수신기에서 RF 신호를 일정한 IF로 변환하는 이유와 RF단·IF단의 역할을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

슈퍼헤테로다인 수신기는 수신한 RF 신호와 국부발진 신호를 혼합하여 일정한 IF 신호로 바꾼 뒤 증폭·선택하는 수신기이다.
RF단은 안테나로 들어온 신호를 저잡음 증폭하고 대역통과 필터로 원하는 대역을 선택한다. IF단은 주파수가 일정하므로 안정적인 고이득 증폭과 높은 선택도를 구현하기 쉽다.

선지별 해설

① O — 저잡음 증폭기는 수신 신호 크기에 따라 단계적으로 이득을 조절할 수 있다. 또한 수신기 첫 단에 위치하므로 그 잡음지수와 이득이 후단 잡음의 영향을 좌우하여 전체 수신기의 잡음지수에 큰 영향을 준다.

② X — 틀린 표현은 '대부분은 IF 영역보다 RF 영역에서 얻어진다'이다. 실제로는 헤테로다인 수신기의 신호 이득 대부분을 일정한 주파수에서 안정적으로 큰 이득을 얻을 수 있는 IF 영역에서 확보한다.

③ O — 주파수 합성기는 국부발진 신호를 만들고, 믹서와 주파수변환기는 수신 RF 신호를 IF 신호로 변환하는 핵심 블록이다. 이는 헤테로다인 수신기의 주파수 변환 구조에 해당한다.

④ O — RF 대역통과 필터는 안테나 입력에서 원하는 RF 대역만 통과시켜 송신기 누설 신호가 수신기로 들어오는 것을 줄이고, 주파수 변환 시 같은 IF를 만드는 영상신호도 억제한다.

NoteBase

오답 포인트

RF단에 저잡음 증폭기가 있으므로 RF단이 전체 이득도 대부분 담당한다고 오해하기 쉽다. RF단의 핵심은 낮은 잡음과 선행 대역 선택이고, 큰 이득과 높은 선택도는 고정된 주파수를 처리하는 IF단에서 얻는다는 구분이 중요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

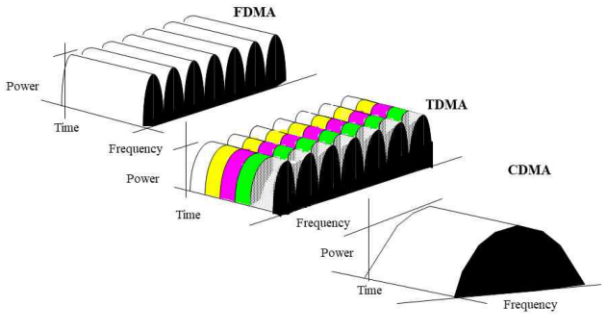
슈퍼헤테로다인 구조에서는 'RF단은 저잡음 증폭·영상신호 억제, 믹서와 국부발진기는 IF 변환, IF단은 주 이득·선택도'의 역할 분담으로 각 선지를 판단한다.

암기 포인트

RF는 저잡음과 영상 억제, IF는 큰 이득과 선택도이다.

NoteBase

9. 다음 중 대역확산 통신에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?



① DS/SS Systems 수신기의 PN신호 발생기에서는 전송지연 t를 알아내는 PN코드 동기 과정이 필요하다.
② DS/SS-BPSK System은 송신기와 수신기 사이의 거리로 인하여 수신기에는 송신 신호가 t만큼 지연되어 입력된다.
③ TDMA 시스템에서는 각 사용자가 동일한 시간대에 동작하게 되어, 근원 문제가 발생하게 된다.
④ FDMA에서는 각 사용자가 다른 주파수 대역을 사용하기 때문에 대역통과 필터를 사용함으로써 타 사용자 간섭 신호를 제거하여 근원 문제가 발생하지 않는다.

정답 3번

출제 포인트

DS/SS의 PN 코드 동기와 다중접속 방식별 자원 분할 원리를 바탕으로 근원 문제가 어느 방식에서 발생하는지를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

DS/SS는 송신 데이터에 고속 PN 코드를 곱해 대역을 확산하고, 수신기에서 같은 PN 코드의 위상을 맞추어 역확산하는 방식이다.
FDMA는 사용자마다 서로 다른 주파수 대역을, TDMA는 사용자마다 서로 다른 시간 슬롯을 배정한다. CDMA는 여러 사용자가 같은 시간과 주파수 대역을 공유하면서 서로 다른 코드로 구분되므로 수신 전력 차이에 따른 근원 문제가 핵심 쟁점이 된다.

NoteBase

선지별 해설

① O — DS/SS 수신기는 수신 PN 코드와 수신기에서 생성한 PN 코드의 위상을 일치시켜야 역확산할 수 있다. 전파 지연 t만큼 어긋난 코드의 지연을 탐색하고 추적하는 PN 코드 동기 과정이 필요하다.

② O — 송신기와 수신기 사이의 거리에 따른 전파 시간이 있으므로 DS/SS-BPSK 수신 신호는 송신 신호보다 t만큼 지연되어 입력된다. 이 지연 때문에 수신 PN 코드와 국부 PN 코드의 동기가 필요하다.

③ X — 틀린 표현은 '각 사용자가 동일한 시간대에 동작'하고 그 때문에 '근원 문제가 발생한다'는 부분이다. TDMA에서는 각 사용자가 서로 다른 시간 슬롯에 송신하므로 사용자 신호가 같은 슬롯에서 동시에 겹치지 않는다. 올바르게는 여러 사용자가 같은 시간·주파수 대역에서 동시에 송신하는 CDMA에서 수신 전력 차이로 근원 문제가 두드러진다.

④ O — FDMA는 사용자별로 서로 다른 주파수 대역을 할당하며, 대역통과필터로 원하는 사용자 대역만 선택한다. 따라서 이상적인 주파수 분리가 이루어진 경우 강한 다른 사용자 신호가 같은 대역의 약한 신호를 가리는 CDMA식 근원 문제는 발생하지 않는다.

오답 포인트

③의 함정은 TDMA와 CDMA의 동시 접속 방식을 뒤바꾼 데 있다. TDMA는 같은 주파수를 공유하더라도 시간을 나누고, CDMA는 같은 시간과 주파수에서 코드를 나누므로 근원 문제는 CDMA와 연결된다.

다시 나오면 이렇게 판단

사용자를 구분하는 자원을 먼저 확인한다. 주파수를 나누면 FDMA, 시간을 나누면 TDMA, 코드를 나누어 같은 시간·주파수를 공유하면 CDMA이다. 여러 신호가 동시에 수신되고 전력 차이가 문제라면 CDMA의 근원 문제로 판단한다.

암기 포인트

FDMA는 주파수 분할, TDMA는 시간 분할, CDMA는 코드 분할이며, 근원 문제는 CDMA의 대표 문제이다.

NoteBase

10. 다음 중 슈퍼헤테로다인 수신기의 특성이 아닌 것은?
① 선택도가 좋다.
② 수신기 시스템이 간단하다.
③ 감도가 좋다.
④ 영상 주피수가 발생할 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

슈퍼헤테로다인 수신기의 장점과 구조적 단점을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

슈퍼헤테로다인 수신기는 수신한 고주파 신호를 일정한 중간주파수로 변환한 뒤 증폭·복조하는 수신기이다. 일정한 중간주파수에서 증폭과 필터링을 수행하므로 선택도와 감도가 좋지만, 주파수 변환기·국부발진기·중간주파 증폭기 등이 필요하여 시스템은 비교적 복잡하고 영상 주파수 문제가 생길 수 있다.

선지별 해설

① O — 일정한 중간주파수에서 대역폭이 좁고 성능이 좋은 필터를 사용할 수 있으므로 선택도가 좋다.
② X — 틀린 표현은 '수신기 시스템이 간단하다'이다. 올바르게는 주파수 변환기, 국부발진기, 중간주파 증폭기 등 여러 단이 필요하므로 수신기 시스템이 비교적 복잡하다고 해야 한다.
③ O — 중간주파 증폭단에서 안정적으로 큰 이득을 얻을 수 있으므로 미약한 신호를 수신하는 감도가 좋다.
④ O — 서로 다른 입력 주파수가 같은 중간주파수로 변환될 수 있어 원하는 신호를 방해하는 영상 주파수가 발생할 수 있다.

오답 포인트

선택도와 감도가 좋다는 성능상의 장점 때문에 시스템 구성까지 단순하다고 착각하기 쉽다. ②의 '간단하다'는 표현이 실제 구조와 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

'일정한 중간주파수로 변환한다'는 원리에서 판단한다. 고정된 중간주파수는 선택도와 감도를 높이지만, 변환·발진·증폭 회로가 추가되어 구조가 복잡해지고 영상 주파수 문제가 생긴다.

암기 포인트

슈퍼헤테로다인은 선택도·감도는 좋고, 구조는 복잡하며, 영상 주파수가 생길 수 있다.

NoteBase

11. 주파수 대역폭이 10kHz인 통신채널에서 $\times 10$ bps의 속도로 정보를 보내기 위해서 요구되는 신호대 잡음비(S/N)는 다음 중 어느 것인가?

① 3 ② 7

③ 15 ④ 31

[복원 표기]
정보 전송 속도: 4×10^4 bps.

정답 3번

출제 포인트

섀넌의 채널 용량 공식을 이용하여 주어진 대역폭과 정보 전송 속도에서 필요한 신호대잡음비 S/N를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 대역폭은 $B = 10kHz = 10^4Hz$, 정보 전송 속도는 $C = 4 \times 10^4 bps$이다.
구해야 할 값: 신호대잡음비 S/N이다.
주의할 조건: 대역폭을 Hz로 환산하고, 로그의 밑이 2임을 확인한다.

사용할 공식

섀넌의 채널 용량 공식은 다음과 같다.
$C = B\log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$
이 공식은 잡음이 존재하는 대역 제한 채널에서 대역폭, 채널 용량, 신호대잡음비의 관계를 나타내므로 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입하면
$4 \times 10^4 = 10^4\log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$
이다. 양변을 10^4로 나누면
$4 = \log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$
이고, 이를 지수형으로 바꾸면
$1 + \frac{S}{N} = 2^4 = 16$
이다. 따라서
$\frac{S}{N} = 16 - 1 = 15$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $S/N = 3$이면 $\log_2(1 + S/N) = 2$이므로 전송 속도는 $2 \times 10^4 bps$이다. 틀린 값 3은 올바르게는 15이다.
② X — $S/N = 7$이면 $\log_2(1 + S/N) = 3$이므로 전송 속도는 $3 \times 10^4 bps$이다. 틀린 값 7은 올바르게는 15이다.
③ O — $S/N = 15$이면 $1 + S/N = 16 = 2^4$이므로 전송 속도가 $4 \times 10^4 bps$가 된다.
④ X — $S/N = 31$이면 $\log_2(1 + S/N) = 5$이므로 전송 속도는 $5 \times 10^4 bps$이다. 틀린 값 31은 올바르게는 15이다.

오답 포인트

$\log_2(1 + S/N) = 4$에서 곧바로 $S/N = 2^4$로 두기 쉽다. 공식에는 $1 + S/N$이 들어가므로 $2^4 = 16$에서 1을 빼야 하며, 필요한 신호대잡음비는 15이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 C/B로 주파수 효율을 구하고, $C/B = \log_2(1 + S/N)$을 지수형으로 바꾼 뒤 마지막에 1을 빼는 순서로 판단한다.

암기 포인트

섀넌 공식에서 $C/B = n$이면 $S/N = 2^n - 1$이다.

NoteBase

12. 다음 중 AM(Amplitude Modulation) 송신기의 출력이 60[%] 변조시 118[W]이었다면 100[%] 변조시 출력은?

① 약 125[W] ② 약 135[W]
③ 약 140[W] ④ 약 150[W]

정답 4번

출제 포인트

단일 정현파로 변조한 AM 송신기의 총출력과 변조도의 관계를 이용해 100% 변조 시 출력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 변조도 $m = 0.6$일 때 총출력 $P_{0.6} = 118W$이다.
구해야 할 값: 변조도 $m = 1$일 때 총출력 P_1이다.
주의할 조건: 변조도가 바뀌어도 반송파 전력 P_c은 일정한 표준 AM 송신기로 본다.

사용할 공식

단일 정현파 AM 신호의 총출력은 다음과 같다.
$P_t = P_c\left(1 + \frac{m^2}{2}\right)$
여기서 P_t는 총출력, P_c는 반송파 전력, m은 변조도이다. 변조도가 커지면 측파대 전력이 증가하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 60% 변조 조건에서 반송파 전력을 구한다.
$118 = P_c\left(1 + \frac{0.6^2}{2}\right) = 1.18P_c$
$P_c = \frac{118}{1.18} = 100W$
2. 100% 변조에서는 $m = 1$을 대입한다.
$P_1 = 100\left(1 + \frac{1^2}{2}\right) = 150W$
따라서 100% 변조 시 출력은 약 $150W$이다.

선지 판단

① X — 약 $125W$는 계산 결과 $150W$와 다르다. 올바르게는 약 $150W$이다.
② X — 약 $135W$는 계산 결과 $150W$와 다르다. 올바르게는 약 $150W$이다.
③ X — 약 $140W$는 계산 결과 $150W$와 다르다. 올바르게는 약 $150W$이다.
④ O — 60% 변조에서 구한 반송파 전력 $100W$에 100% 변조의 총전력 계수 1.5를 곱하면 약 $150W$가 된다.

NoteBase

오답 포인트

118 W에 변조도 비율 1/0.6을 단순히 곱하면 안 된다. AM 총출력은 변조도에 정비례하지 않고 $1 + m^2/2$에 비례한다. 먼저 60% 변조 조건으로 반송파 전력을 구한 뒤 100% 변조 조건을 다시 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

변조도와 AM 총출력이 함께 주어지면 $P_t = P_c(1 + m^2/2)$로 반송파 전력 P_c을 먼저 역산하고, 새 변조도를 같은 공식에 대입한다.

암기 포인트

AM 총출력은 $P_t = P_c(1 + m^2/2)$이고, 100% 변조에서는 $P_t = 1.5P_c$이다.

NoteBase

13. 다음 중 FM(Frequency Modulation)의 순시위상을 나타낸 것으로 가장 적절한 것은?
① 변조신호의 적분값에 비례한다.
② 변조신호의 제곱에 비례한다.
③ 변조신호의 크기에 비례한다.
④ 변조신호의 미분값에 비례한다.

정답 1번

출제 포인트

FM에서 변조신호와 순시주파수 및 순시위상 사이의 관계를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

FM은 변조신호의 순시값에 따라 반송파의 순시주파수가 변하는 방식이다. 순시주파수는 순시위상을 시간에 대해 미분한 값이므로, FM의 순시위상에 포함되는 변조 성분은 변조신호를 시간에 대해 적분한 값에 비례한다. 즉, $f_i(t) - f_c = k_f m(t)$이면 $\theta_i(t) = 2\pi f_c t + 2\pi k_f \int m(t)dt$로 나타낼 수 있다.

선지별 해설

① O — FM의 순시주파수 편이는 변조신호 $m(t)$에 비례하고, 위상은 주파수를 시간에 대해 적분하여 얻으므로 순시위상의 변조 성분은 변조신호의 적분값에 비례한다.
② X — '변조신호의 제곱'이 틀린 표현이다. 올바르게는 FM의 순시위상은 변조신호의 시간 적분값에 비례한다.
③ X — '변조신호의 크기' 자체에 비례한다는 표현이 틀렸다. 올바르게는 변조신호의 크기인 순시값은 순시주파수 편이에 비례하고, 순시위상은 그 변조신호의 시간 적분값에 비례한다.
④ X — '변조신호의 미분값'이 틀린 표현이다. 올바르게는 FM의 순시위상은 변조신호의 미분값이 아니라 시간 적분값에 비례한다.

오답 포인트

③의 '변조신호의 크기'는 FM의 순시주파수 관계와 혼동하기 쉬운 표현이다. 변조신호에 직접 비례하는 것은 순시주파수 편이이고, 순시위상은 이를 적분한 결과이므로 변조신호의 적분값에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

FM에서 주파수를 물으면 변조신호의 순시값에 비례한다고 판단하고, 위상을 물으면 주파수와 위상의 미분·적분 관계를 적용하여 변조신호의 시간 적분값에 비례한다고 판단한다.

암기 포인트

FM은 주파수 편이 $\propto$ 변조신호, 순시위상 $\propto$ 변조신호의 적분값이다.

NoteBase

14. 다음 중 AWGN(Additive White Gaussian Noise)에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 자기상관함수는 $\delta(\tau)$이다. (단, N_0는 백색잡음의 단측 전력스펙트럼밀도이다.)

② 전력스펙트럼밀도는 $\frac{N_0}{2}sin(\tau)$이다.

③ 특정 시간에 관찰하면 가우시안 확률밀도함수를 갖는다.

④ 전송 채널에서 더해지는 잡음으로 모델링된다.

정답 2번

출제 포인트

AWGN의 세 성질인 가산성, 백색성, 가우시안성을 구분하고 전력스펙트럼밀도와 자기상관함수의 관계를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

AWGN은 신호에 더해지는(additive) 잡음이며, 각 시각의 잡음 진폭은 가우시안 확률분포를 따른다. 백색성은 모든 주파수에서 전력스펙트럼밀도가 일정하다는 뜻이다. 단측 전력스펙트럼밀도가 N_0이면 양측 전력스펙트럼밀도는 $S_n(f) = N_0/2$이고, 이에 대응하는 자기상관함수는 $R_n(\tau) = (N_0/2)\delta(\tau)$이다.

선지별 해설

① O - 이상적인 백색잡음은 서로 다른 시각의 잡음값이 상관되지 않으므로 자기상관함수가 $\tau = 0$에만 집중된 델타함수 형태이다. 정규화하면 $\delta(\tau)$로 나타내며, 잡음 세기까지 포함하면 $R_n(\tau) = (N_0/2)\delta(\tau)$이다.
② X - 틀린 표현은 전력스펙트럼밀도가 $(N_0/2)\sin(\tau)$라는 부분이다. 백색잡음의 전력스펙트럼밀도는 시간차 τ에 따른 사인함수가 아니라 주파수에 무관한 상수이며, 올바르게는 양측 전력스펙트럼밀도가 $S_n(f) = N_0/2$이다.
③ O - 가우시안 잡음은 특정 시각에서 관찰한 잡음 진폭이 가우시안 확률밀도함수를 따른다. 여러 시각에서 표본을 취한 경우에도 그 결합분포는 다변량 가우시안 분포이다.
④ O - 가산성은 잡음이 신호에 더해져 수신신호가 $r(t) = s(t) + n(t)$로 표현된다는 뜻이다. 따라서 AWGN은 전송 채널에서 신호에 더해지는 잡음을 모델링하는 데 사용된다.

오답 포인트

②의 $\sin(\tau)$는 자기상관함수와 전력스펙트럼밀도를 혼동하게 만드는 표현이다. 백색잡음의 전력스펙트럼밀도는 주파수축에서 평탄한 상수이고, 그 역푸리에 변환인 자기상관함수는 시간차축에서 델타함수이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

AWGN을 보면 A는 신호에 더해짐, W는 주파수에 관계없이 전력스펙트럼밀도가 일정함, G는 진폭이 가우시안 분포를 따름으로 나누어 판단한다. 특히 평탄한 전력스펙트럼밀도와 델타형 자기상관함수를 한 쌍으로 연결한다.

암기 포인트

백색잡음은 주파수에서는 평탄하고, 시간차에서는 델타이다. AWGN은 가산·백색·가우시안 잡음이다.

NoteBase

15. 다음 중 무선통신 수신기에서 선택도를 높이는 방법으로 가장 적절한 것은?
① 리미터회로를 사용한다.
② 대역통과여파기의 Q를 낮춘다.
③ 슈퍼헤테로다인 수신방식을 사용한다.
④ 중간 주파수 증폭단수를 줄인다.

정답 3번

출제 포인트

무선통신 수신기에서 원하는 신호만 골라내는 선택도를 높이는 수신 방식과 회로 조건을 묻는 문제이다.

핵심 개념

선택도는 수신기가 원하는 주파수의 신호를 인접한 주파수의 방해 신호와 구별하여 선택하는 능력이다.
슈퍼헤테로다인 수신기는 수신 주파수를 일정한 중간주파수로 변환한 뒤 중간주파수 증폭기에서 높은 선택도와 안정된 증폭을 얻는다. 공진회로에서는 대역폭이 대략 $B = f_0/Q$이므로 Q가 높을수록 대역폭이 좁아져 선택도가 높아진다.

선지별 해설

① X — 리미터 회로는 주로 FM 수신기에서 진폭 변동과 잡음을 제한하는 회로이므로 선택도를 높이는 직접적인 방법이 아니다. 틀린 표현인 '리미터회로를 사용한다'는 '주파수 선택성이 좋은 동조회로나 필터를 사용한다'로 고쳐야 한다.
② X — 대역통과여파기의 Q를 낮추면 통과대역이 넓어져 인접 주파수 분리 능력이 떨어지므로 선택도가 낮아진다. 'Q를 낮춘다'는 'Q를 높인다'로 고쳐야 한다.
③ O — 슈퍼헤테로다인 수신 방식은 수신 신호를 일정한 중간주파수로 변환하고 중간주파수단에서 좁고 일정한 대역 특성을 구현하므로 높은 선택도를 얻기에 가장 적절하다.
④ X — 중간주파수 증폭단 수를 줄이면 전체 필터 특성의 감쇠 기울기가 완만해져 인접 채널 억압과 선택도가 저하된다. '증폭단수를 줄인다'는 '필요한 중간주파수 증폭단과 선택 회로를 충분히 구성한다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

①의 리미터는 잡음 억제와 진폭 제한 기능 때문에 수신 성능을 높이는 회로처럼 보이지만 선택도 자체를 결정하는 회로는 아니다. 또한 ②와 ④처럼 Q나 중간주파수단을 줄이면 회로가 단순해질 수는 있어도 통과대역이 넓어지거나 인접 신호 억압이 약해져 선택도는 오히려 낮아진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

선택도 문제에서는 원하는 채널의 대역은 통과시키고 인접 채널은 강하게 감쇠하는지를 판단한다. 높은 Q, 좁고 일정한 중간주파수 대역, 슈퍼헤테로다인 방식은 선택도 향상과 연결된다.

암기 포인트

선택도 향상은 '슈퍼헤테로다인·높은 Q·좁은 중간주파수 대역'으로 기억한다.

NoteBase

16. 다음 중 전송부호가 가져야 하는 조건으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 타이밍 정보가 포함되어야 한다.
② 전송대역폭이 좁아야 한다.
③ 에러의 검출과 교정이 가능해야 한다.
④ DC 성분이 포함되어야 한다.

정답 4번

출제 포인트

전송부호가 갖추어야 할 자기 동기성, 대역폭 효율, 오류 제어 가능성, 직류 성분 억제의 의미를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

전송부호는 디지털 데이터를 전송로에 적합한 신호 파형으로 바꾸는 부호화 방식이다. 좋은 전송부호는 수신기가 비트 시점을 복원할 수 있도록 타이밍 정보를 제공하고, 필요한 전송대역폭이 작으며, 오류를 검출하거나 교정하기 쉽고, 직류 성분이 없거나 작아야 한다. 특히 직류 성분을 억제하면 변압기 결합이나 교류 결합 전송로를 통과하기 쉽고 기준선 변동도 줄일 수 있다.

선지별 해설

① O — 타이밍 정보가 포함되면 수신기가 신호 전이로부터 클록을 복원하여 비트 판정 시점을 맞출 수 있으므로 적절한 조건이다.
② O — 같은 정보율에서 필요한 전송대역폭이 좁을수록 주파수 자원을 효율적으로 사용하고 대역 제한 채널에 유리하므로 적절한 조건이다.
③ O — 부호의 규칙이나 여분성을 이용해 전송 중 발생한 오류를 검출하고 가능하면 교정할 수 있는 성질은 신뢰도를 높이므로 적절한 조건이다.
④ X — 틀린 표현은 ‘DC 성분이 포함되어야 한다’이다. 올바르게는 ‘DC 성분이 포함되지 않거나 최소화되어야 한다’이다. 직류 성분이 크면 직류를 차단하는 전송로에서 파형 왜곡과 기준선 변동이 생길 수 있으므로 바람직하지 않다.

오답 포인트

④의 ‘포함되어야 한다’를 전송에 필요한 기본 성분으로 오해하기 쉽다. 전송부호에서는 일정한 평균값인 직류 성분을 넣는 것이 아니라 이를 억제하는 것이 일반적으로 바람직하다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전송부호의 조건은 수신 동기 복원이 쉬운지, 대역폭을 적게 쓰는지, 오류를 다루기 쉬운지, 신호의 평균값이 0에 가까워 직류 성분이 억제되는지를 기준으로 판단한다.

암기 포인트

좋은 전송부호는 타이밍은 포함하고, 대역폭과 직류 성분은 줄이며, 오류 검출·교정은 쉽게 한다.

NoteBase

17. 20개의 부반송파 채널을 데이터 전송에 사용하는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템에서 OFDM 심볼 간격은 10[s]이고 부반송파 채널은 모두 32-QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 변조 방식 사용할 때, 이 시스템이 전송할 수 있는 비트 전송율[Mbps]은?

① 10 ② 12
③ 100 ④ 120

[복원 표기]
OFDM 심볼 간격: 10 μs (10 마이크로초).

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 QAM의 심볼당 비트 수와 OFDM의 부반송파 수를 이용해 한 OFDM 심볼이 전달하는 비트 수를 구한 뒤, 이를 OFDM 심볼 간격으로 나누어 비트 전송률을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 부반송파 수 20개, 변조 방식 32-QAM, OFDM 심볼 간격 $10\mu s$
구해야 할 값: 비트 전송률 $[Mbps]$
주의할 조건: 32-QAM의 한 변조 심볼은 $\log_2 32 = 5$비트이며, $10\mu s = 10^{-5}s$로 환산한다.

사용할 공식

한 OFDM 심볼의 비트 수는
$N_{bit} = N_{subcarrier}\log_2 M$
이고, 비트 전송률은
$R_b = \frac{N_{bit}}{T_{OFDM}}$
이다. 모든 부반송파가 같은 32-QAM을 사용하므로 각 부반송파의 심볼당 비트 수를 20개 부반송파에 합산한 후, 한 OFDM 심볼이 전송되는 시간으로 나눈다.

계산 과정

1. 32-QAM은 $32 = 2^5$이므로 부반송파 하나가 한 심볼에 전달하는 정보량은 5비트이다.
2. 한 OFDM 심볼의 전체 비트 수는 $20 \times 5 = 100$비트이다.
3. OFDM 심볼 간격은 $10\mu s = 10^{-5}s$이므로
$R_b = \frac{100}{10^{-5}} = 10^7 bps = 10Mbps$
이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $10Mbps$이므로 옳다.
② X — 12는 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 12 → 올바르게는 $10Mbps$이다.
③ X — 100은 한 OFDM 심볼에 실리는 비트 수 100비트를 전송률로 잘못 본 값이다. 틀린 값 100 → 올바르게는 $10Mbps$이다.
④ X — 120은 32-QAM의 심볼당 정보량과 심볼 간격을 적용한 결과가 아니다. 틀린 값 120 → 올바르게는 $10Mbps$이다.
계산 결과 $10Mbps$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 $20 \times 5 = 100$비트를 그대로 전송률 100으로 고르는 것이다. 100비트는 한 OFDM 심볼의 정보량일 뿐이므로, 반드시 $10\mu s$로 나누고 bps를 $Mbps$로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

QAM 차수 M에서 $\log_2 M$으로 부반송파당 비트 수를 구하고, 부반송파 수를 곱한 뒤, OFDM 심볼 간격을 초로 환산하여 나눈다. 마지막으로 $10^6 bps = 1Mbps$를 적용해 단위를 검산한다.

암기 포인트

OFDM 전송률은 '부반송파 수 $\times$ $\log_2 M$ $\div$ OFDM 심볼 간격'이다.

NoteBase

18. 다음 중 PCM(Pulse Code Modulation)에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
(단, 표본 진폭 범위는 일정하다고 가정한다.)

① 양자화 준위의 개수를 증가시키면 표본화된 값을 이진수로 부호화할 때 비트 수가 점점 증가한다.

② 양자화 준위의 개수를 증가시키면 양자화 오차가 감소한다.

③ 양자화 비트 수를 하나 증가시키면 평균 양자화 잡음 전력은 $20\log_{10}2$[dB] 감소한다.

④ 10[kHz]로 대역 제한된 신호를 왜곡 없이 표본화하려면 초당 10,000개 이상의 표본을 추출해야 한다.

정답 4번

출제 포인트

PCM에서 양자화 준위 수와 부호화 비트 수·양자화 오차·양자화 잡음 전력의 관계, 그리고 나이퀴스트 표본화 정리를 묻는 문제이다.

핵심 개념

PCM은 아날로그 신호를 표본화하고, 각 표본을 유한한 준위로 양자화한 뒤, 그 준위를 이진 비트열로 부호화하는 방식이다.

양자화 준위 수를 L, 표본당 비트 수를 n이라 하면 $L = 2^n$, 즉 $n = \log_2 L$이다. 표본 진폭 범위가 일정할 때 준위 수가 많아지면 양자화 간격이 좁아져 양자화 오차와 잡음 전력이 감소한다.

대역폭이 B인 신호를 왜곡 없이 표본화하려면 표본화 주파수는 $f_s \geq 2B$를 만족해야 한다.

선지별 해설

① O — 양자화 준위 수 L가 증가하면 이를 이진수로 나타내는 데 필요한 비트 수 $n = \log_2 L$도 증가한다.

② O — 표본 진폭 범위가 고정되어 있으므로 준위 수가 증가하면 양자화 간격 Δ가 작아지고 양자화 오차도 감소한다.

③ O — 비트 수가 하나 증가하면 준위 수는 2배가 되고 양자화 간격은 절반이 된다. 평균 양자화 잡음 전력은 $P_q = \Delta^2/12$에 비례하므로 1/4로 줄어들며, 감소량은 $20\log_{10}2$dB, 즉 약 6.02dB이다.

④ X — 틀린 표현은 '초당 10,000개 이상의 표본'이다. 10kHz로 대역 제한된 신호는 $f_s \geq 2B = 20$kHz를 만족해야 하므로, 올바르게는 초당 20,000개 이상의 표본을 추출해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

④에서 대역폭 B와 최소 표본화 주파수 $2B$를 같은 값으로 착각하기 쉽다. 또한 ③은 잡음 전력의 비를 다루지만, 비트 수 1 증가로 양자화 간격이 절반이 되어 잡음 전력이 1/4로 감소하므로 결과가 $20\log_{10} 2$dB 감소로 나타난다.

다시 나오면 이렇게 판단

양자화 문제에서는 먼저 $L = 2^n$과 $P_q \propto \Delta^2$를 적용한다. 표본화 문제에서는 대역폭을 확인한 뒤 나이퀴스트 조건 $f_s \geq 2B$와 비교한다.

암기 포인트

비트 수 1 증가 → 준위 수 2배 → 양자화 잡음 전력 약 6dB 감소, 표본화율은 신호 대역폭의 2배 이상이다.

NoteBase

19. 다음 중 부호 오율의 특성이 가장 좋은 디지털 변조방식은?
① 16QAM
② 16FSK
③ 16PSK
④ 16ASK

정답 1번

출제 포인트

16진 디지털 변조 방식에서 신호점의 배치와 최소 신호점 간 거리가 부호 오류율에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

부호 오류율은 잡음 때문에 한 신호점을 다른 신호점으로 잘못 판정할 확률이며, 같은 평균 부호 에너지와 대역폭 조건에서는 인접 신호점 사이의 최소 거리가 클수록 낮아진다. 16QAM은 진폭과 위상을 함께 사용하여 16개의 신호점을 2차원 격자에 효율적으로 배치하므로, 대역폭 효율을 유지하면서 16PSK나 16ASK보다 유리한 오류 성능을 얻는다. 16FSK는 주파수를 구분해 전송하지만 진법이 커질수록 필요한 대역폭이 크게 증가한다.

선지별 해설

① O — 16QAM은 진폭과 위상을 함께 이용해 신호점을 2차원에 배치하므로, 16진 대역 제한 변조 방식의 통상적인 비교에서 부호 오류율 특성이 가장 좋다.
② X — 틀린 표현은 '16FSK가 가장 좋다'이다. 16FSK는 16개의 주파수를 구별해야 하므로 필요한 대역폭이 크게 늘어난다. 같은 정보 전송률과 제한된 대역폭을 전제로 한 비교에서는 16QAM이 가장 유리하다.
③ X — 틀린 표현은 '16PSK가 가장 좋다'이다. 16PSK는 16개 신호점을 한 원 위에 배치하므로 위상 간격이 좁아져 잡음에 의한 오판 가능성이 커진다. 올바르게는 16QAM의 부호 오류율 특성이 16PSK보다 좋다.
④ X — 틀린 표현은 '16ASK가 가장 좋다'이다. 16ASK는 16개 신호점을 진폭축 한 줄에 배치하여 같은 평균 부호 에너지에서 인접 신호점 간격이 작고 진폭 잡음에 민감하다. 올바르게는 16QAM이 16ASK보다 좋은 부호 오류율 특성을 갖는다.

오답 포인트

②의 FSK가 주파수로 신호를 분리한다는 점만 보고 오류에 무조건 강하다고 판단하기 쉽다. 그러나 16FSK는 주파수 수가 늘수록 대역폭 소모가 커지므로, 이 문항이 전제하는 대역폭 효율적인 16진 변조 비교에서는 정답이 아니다. 또한 PSK는 진폭이 일정하다는 장점이 있지만 16PSK처럼 위상 수가 많아지면 신호점 간 각도가 좁아진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

같은 진법의 ASK·PSK·QAM을 비교할 때는 신호점 배치 차원을 먼저 본다. ASK는 1차원 진폭축, PSK는 원주, QAM은 2차원 격자에 신호점을 배치하므로 진법이 큰 대역 제한 시스템에서는 QAM이 전력 효율과 대역폭 효율의 균형에서 유리하다. FSK는 오류 성능뿐 아니라 필요한 주파수 수와 대역폭 증가를 함께 판단한다.

암기 포인트

고진법·대역 제한 변조는 2차원 격자의 QAM, 16진 비교의 정답은 16QAM이다.

NoteBase

20. 다음 중 변조를 하는 이유에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 송수신기의 제작비를 줄일 수 있다.
② 원하는 주파수 대역으로 송수신 할 수 있다.
③ 신호 대 잡음비를 개선 할 수 있다.
④ 송수신 안테나의 크기를 줄일 수 있다.

정답 1번

출제 포인트

변조의 목적과 효과에 해당하는 항목을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

변조는 전송하려는 저주파 정보 신호에 따라 고주파 반송파의 진폭·주파수·위상 등을 변화시키는 과정이다. 이를 통해 전송에 알맞은 주파수 대역을 사용하고, 안테나를 실용적인 크기로 줄이며, 변조 방식에 따라 잡음의 영향을 줄일 수 있다. 송수신기 제작비 절감은 변조의 일반적인 목적이 아니다.

선지별 해설

① X
‘송수신기의 제작비를 줄일 수 있다’는 표현이 적절하지 않다. 변조에는 변조기·복조기 등의 회로가 추가로 필요하므로 제작비 절감은 변조의 일반적인 목적이나 효과가 아니다. 올바르게는 ‘변조를 통해 전송에 적합한 주파수 대역을 이용할 수 있다’라고 할 수 있다.

② O
정보 신호를 반송파에 실어 원하는 주파수 대역으로 이동시키므로 할당된 주파수 대역에서 송수신할 수 있다.

③ O
주파수 변조처럼 잡음에 강한 변조 방식을 사용하면 수신 신호에서 잡음의 영향을 줄여 신호 대 잡음비를 개선할 수 있다.

④ O
안테나의 실용적인 길이는 전송 파장과 관련된다. 변조로 높은 반송파 주파수를 사용하면 파장이 짧아지므로 송수신 안테나의 크기를 줄일 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

③의 잡음 개선 효과를 모든 변조 방식에서 동일하게 나타나는 절대적 효과로 오해하거나, 변조가 통신을 효율화하므로 ①의 제작비도 반드시 줄인다고 추론하기 쉽다. 변조의 대표 목적은 주파수 이동, 안테나 소형화, 주파수 분할 및 잡음 특성 개선이며 제작비 절감은 이에 포함되지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

변조의 이유를 묻는 문항에서는 주파수 대역 이동, 안테나 소형화, 다중화 가능성, 잡음 특성 개선과 직접 연결되는지를 판단한다. 단순한 비용 절감처럼 변·복조 회로의 추가와 모순되는 표현은 일반적인 변조 목적에서 제외한다.

암기 포인트

변조의 핵심은 주파수 이동·안테나 소형화·다중화·잡음 대응이며, 제작비 절감은 아니다.

NoteBase

21. 다음 중 $(t)\sin(2\pi f\ t)$ 신호의 스펙트럼을 표현한 것으로 옳은 것은? (단, 푸리에 변환 관계 $\Im[x(t)] =\ \ (f)$이다.)

① $\ \ f)e^{\ (f-f\ )t}$

② $X(f)[\delta(t+t_0)-\delta(t-t_0)]$

③ $\frac{1}{2}[X(f+f_0)-X(f-f_0)]$

④ $X(f)\cos(2\pi f_0 t)$

[복원 표기]
신호: x(t) sin(2π f0 t), F[x(t)] = X(f).
선지 ③: (j/2)[X(f+f0) - X(f-f0)].
2022 최종정답: 모두 정답(원문 수식 인쇄 누락에 따른 처리).

정답 1, 2, 3, 4번

출제 포인트

시간 영역에서 신호에 정현파를 곱하면 주파수 영역의 스펙트럼이 $\pm f_0$만큼 이동한다는 변조 성질을 묻는 문제이다. 이 문항은 원문 선지의 수식 인쇄 누락 때문에 2022년 최종정답에서 ①~④가 모두 정답으로 인정되었다.

조건 정리

주어진 신호: $x(t)\sin(2\pi f_0 t)$
푸리에 변환 관계: $\mathcal{F}\{x(t)\} = X(f)$
구해야 할 것: 정현파 곱셈 뒤의 주파수 영역 스펙트럼
주의할 조건: $\sin(2\pi f_0 t)$의 두 복소지수 성분은 부호가 서로 반대이므로 이동된 두 스펙트럼도 차의 형태가 된다.

사용할 공식

$\sin(2\pi f_0 t) = \frac{e^{j2\pi f_0 t} - e^{-j2\pi f_0 t}}{2j}$
$\mathcal{F}\{x(t)e^{j2\pi f_0 t}\} = X(f - f_0), \qquad \mathcal{F}\{x(t)e^{-j2\pi f_0 t}\} = X(f + f_0)$
정현파를 양·음 주파수의 복소지수 성분으로 나누고 주파수 이동 성질을 적용하기 때문에 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 정현파를 복소지수로 전개하면 $x(t)\sin(2\pi f_0 t) = \frac{1}{2j}[x(t)e^{j2\pi f_0 t} - x(t)e^{-j2\pi f_0 t}]$이다.
2. 각 항에 주파수 이동 성질을 적용하면 $\frac{1}{2j}[X(f - f_0) - X(f + f_0)]$이다.
3. $1/j = -j$를 이용해 정리하면 최종 스펙트럼은 다음과 같다.

$\mathcal{F}\{x(t)\sin(2\pi f_0 t)\} = \frac{j}{2}[X(f + f_0) - X(f - f_0)]$

NoteBase

선지 판단

① O(정답 인정)
인쇄된 수식은 앞부분의 함수명·기호 등이 누락되어 완전한 스펙트럼 식으로 판정할 수 없다. 이 인쇄 누락으로 정답 처리되었으며, 완전한 식은 $\frac{j}{2}[X(f+f_0)-X(f-f_0)]$이다.

② O(정답 인정)
인쇄된 식은 $X(f)$와 시간 변수 t의 델타 함수가 함께 나타나는 등 필요한 연산기호와 변수가 누락되어 있다. 이 인쇄 누락으로 정답 처리되었으며, 올바른 주파수 영역 표현은 $\frac{1}{2j}[X(f-f_0)-X(f+f_0)]$이다.

③ O(정답 인정)
두 이동 스펙트럼의 차라는 구조는 맞지만, 인쇄된 선지에는 계수의 j가 빠져 $\frac{1}{2}[X(f+f_0)-X(f-f_0)]$처럼 보인다. 인쇄 누락으로 정답 처리되었으며, 올바르게는 $\frac{j}{2}[X(f+f_0)-X(f-f_0)]$이다.

④ O(정답 인정)
인쇄된 $X(f)\cos(2\pi f_0 t)$는 시간 변수와 주파수 변수를 섞은 형태여서 그 자체로는 요구한 스펙트럼이 아니다. 이 역시 수식 인쇄 누락으로 정답 처리되었으며, 올바르게는 $\frac{j}{2}[X(f+f_0)-X(f-f_0)]$이다.

따라서 정상적인 변조 공식으로 얻는 스펙트럼은 위 식이지만, 이 문항에서는 원문 수식 인쇄 누락 때문에 ①~④가 모두 정답으로 인정된다.

오답 포인트

③에서 이동 방향만 보고 계수 $j/2$를 놓치기 쉽다. 또한 ①, ②, ④의 불완전한 인쇄식을 정상적인 완성식으로 임의 추정하면 공식에 따른 판단과 공식 최종정답을 혼동하게 된다. 이 문항의 복수정답 처리는 네 식이 수학적으로 모두 같은 뜻이어서가 아니라 선지 수식의 인쇄 누락으로 공정한 판별이 불가능했기 때문이다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파 곱셈 문제에서는 먼저 사인 함수를 두 복소지수로 분해한 뒤, $e^{j2\pi f_0 t}$는 $X(f-f_0)$, $e^{-j2\pi f_0 t}$는 $X(f+f_0)$로 이동시키고 마지막에 계수와 부호를 확인한다.

암기 포인트

사인 변조의 스펙트럼은 $\frac{j}{2}[X(f+f_0)-X(f-f_0)]$이다. 사인은 두 이동 스펙트럼의 차, 코사인은 합으로 기억한다.

NoteBase

22. 다음 중 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환할 때 양자화잡음을 줄이는 방안으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 샘플당 비트수를 줄인다.
② 송신 측에서 압축기, 수신 측에서 신장기를 사용한다.
③ 입력 진폭을 크게 한다.
④ 비선형 양자화를 한다.

정답 1, 3번

출제 포인트

아날로그 신호를 디지털 신호로 변환할 때 양자화 잡음을 줄이는 방법과 오히려 성능을 떨어뜨릴 수 있는 방법을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

양자화 잡음은 연속적인 입력값을 유한한 단계 중 하나로 근사하면서 생기는 오차이다. 같은 입력 범위에서는 샘플당 비트수를 늘리면 양자화 단계가 더 촘촘해져 잡음이 줄어든다. 압신은 송신 측에서 신호를 압축하고 수신 측에서 신장하여 작은 신호의 양자화 성능을 개선하는 방식이며, 비선형 양자화도 작은 진폭 구간에 더 촘촘한 양자화 단계를 배치할 수 있다.

선지별 해설

① X — '샘플당 비트수를 줄인다'는 표현이 틀리다. 비트수를 줄이면 양자화 단계 수가 감소하고 양자화 간격이 커져 잡음이 증가한다. 올바르게는 샘플당 비트수를 늘린다.
② O — 송신 측 압축기와 수신 측 신장기를 사용하는 압신은 작은 진폭의 신호에 상대적으로 더 많은 양자화 단계를 배정하는 효과가 있어 양자화 잡음의 영향을 줄인다.
③ X — '입력 진폭을 크게 한다'는 것은 일반적인 잡음 저감 방법으로 적절하지 않다. 입력을 임의로 키우면 양자기의 허용 범위를 넘어 과부하 왜곡이 생길 수 있다. 올바르게는 과부하가 생기지 않도록 입력 신호의 범위를 양자기의 입력 범위에 적절히 맞춘다.
④ O — 비선형 양자화는 작은 진폭 영역의 양자화 간격을 더 작게 정할 수 있으므로 작은 신호에서 양자화 잡음을 줄이는 데 효과적이다.

오답 포인트

③에서 신호 진폭이 커지면 신호 대 양자화 잡음비가 좋아질 수 있다는 점만 보고 정답에서 제외하기 쉽다. 그러나 입력을 단순히 크게 하는 것은 과부하 위험이 있으므로 보편적인 저감 방안이 아니며, 핵심은 허용 입력 범위에 맞추는 것이다. 또한 ①은 비트율 감소와 잡음 감소를 같은 방향으로 착각하게 만드는 선지이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

양자화 단계를 더 촘촘하게 만드는지 먼저 판단한다. 비트수 증가, 압신, 비선형 양자화는 유효한 방법이고, 비트수 감소나 허용 범위를 고려하지 않은 입력 진폭 증가는 적절하지 않다.

암기 포인트

양자화 잡음 감소는 비트수 증가·압신·비선형 양자화이며, 비트수 감소는 잡음을 키운다. 입력 진폭은 무조건 키우는 것이 아니라 양자기 범위에 맞춘다.

NoteBase

23. 다음 F_i는 증폭기 i의 잡음지수를 지칭하는 상수이다. 두 개의 증폭기가 직렬로 연결되어 있는 수신기가 있다. 안테나 측으로부터 1, 2번 증폭기라고 칭할 때, 증폭기 1은 이득이 20[dB]이고 F_1이 3, 증폭기 2는 이득이 15[dB]이고 F_2가 16이다. 수신기의 총괄 잡음지수는?

① 5 ② 19
③ 3.1 ④ 3.15

정답 4번

출제 포인트

두 증폭기가 직렬로 연결된 수신기에서 Friis 공식을 이용해 종합 잡음지수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1번 증폭기의 이득은 $G_1 = 20$dB, 잡음지수는 $F_1 = 3$이고, 2번 증폭기의 잡음지수는 $F_2 = 16$이다.
구해야 할 값: 두 증폭기의 종합 잡음지수 F_{total}이다.
주의할 조건: Friis 공식에는 이득의 선형값을 사용하므로 20dB를 $G_1 = 10^{20/10} = 100$으로 변환한다. 2번 증폭기의 이득 15dB는 2단까지만 있는 이 계산에는 사용하지 않는다.

사용할 공식

2단 직렬 증폭기의 종합 잡음지수는 다음과 같다.

$$F_{\text{total}} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1}$$

첫 단 이후에서 발생한 잡음의 영향은 앞단 이득만큼 나누어져 입력 기준으로 환산되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 1번 증폭기의 이득을 선형값으로 변환한다.

$$G_1 = 10^{20/10} = 100$$

2. 값을 Friis 공식에 대입한다.

$$F_{\text{total}} = 3 + \frac{16 - 1}{100}$$

3. 계산하면 다음과 같다.

$$F_{\text{total}} = 3 + 0.15 = 3.15$$

NoteBase

선지 판단

① X — 5는 계산 결과 3.15와 일치하지 않는다. 올바른 값은 5가 아니라 3.15이다.
② X — 19는 F_1과 F_2를 단순히 더한 값으로, 2단 잡음의 기여를 $G_1 = 100$으로 나누지 않은 결과이다. 올바른 값은 19가 아니라 3.15이다.
③ X — 3.1은 2단의 잡음 기여분 $15/100 = 0.15$를 정확히 반영하지 않은 값이다. 올바른 값은 3.1이 아니라 3.15이다.
④ O — Friis 공식으로 계산한 종합 잡음지수는 3.15이므로 일치한다.

오답 포인트

잡음지수 F_1과 F_2를 그대로 더하거나, 20dB를 선형 이득 100으로 바꾸지 않는 것이 핵심 함정이다. 또한 2단 계산에서 2번 증폭기의 이득까지 공식에 넣지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 증폭기 문제에서는 먼저 각 이득을 선형값으로 변환하고, 첫 단의 잡음지수에 뒷단의 잡음 기여분을 앞단 이득으로 나눈 값을 차례로 더한다.

암기 포인트

Friis 공식의 2단 형태는 $F_{\text{total}} = F_1 + (F_2 - 1)/G_1$이며, 뒤쪽 단의 잡음은 앞쪽 단의 이득으로 나누어 반영한다.

NoteBase

24. 다음 중 UWB(Ultra Wide Band) 방식에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 소비전력이 적고 방해전파에 강하다.
② IF 증폭신호처리가 필요하다.
③ 거리가 길어지면 속도가 매우 저하되어 사용거리에 제한이 있다.
④ 여러 대역에 걸치는 특성으로 인해 전력을 제한해야 하므로 안테나 이득을 증가시킬 수 없다.

정답 2번

출제 포인트

UWB의 초광대역·초단펄스 전송 특성에서 저전력성, 간섭 내성, 전송 거리, 수신 구조의 특징을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

UWB는 매우 짧은 펄스에 정보를 실어 매우 넓은 주파수 대역으로 전송하는 방식이다. 넓은 대역에 에너지가 분산되어 전력 스펙트럼 밀도가 낮고, 짧은 거리에서는 고속 전송과 정밀한 거리 측정에 유리하다. 임펄스형 UWB는 기저대역 펄스를 직접 송수신할 수 있으므로 일반적인 협대역 수신기처럼 중간주파수(IF) 단계의 증폭·신호처리가 필수적인 것은 아니다.

선지별 해설

① O — UWB는 넓은 주파수 대역에 작은 전력을 분산하므로 소비전력을 낮출 수 있고, 특정 좁은 대역에 집중된 방해 신호의 영향을 상대적으로 덜 받는다.

② X — 틀린 표현은 'IF 증폭신호처리가 필요하다'이다. 임펄스형 UWB는 초단펄스를 기저대역에서 직접 송수신할 수 있으므로 IF 증폭·신호처리가 반드시 필요한 방식은 아니다. 올바르게는 'UWB는 IF 단계를 생략한 직접 송수신 구조를 구성할 수 있다'이다.

③ O — 거리가 멀어지면 수신 전력이 약해져 확보할 수 있는 데이터 전송률이 크게 낮아지므로 UWB는 주로 단거리 통신에 사용된다. 여기서 저하되는 것은 전파의 물리적 전파속도가 아니라 데이터 전송률이다.

④ O — UWB 신호는 여러 기존 주파수 대역과 겹치므로 다른 무선 시스템에 대한 간섭을 억제하기 위해 방사 전력 밀도가 제한된다. 또한 매우 넓은 대역 전체에서 높은 안테나 이득을 일정하게 확보하기 어려우므로 안테나 이득을 크게 높이는 데 제약이 있다는 설명도 타당하다.

NoteBase

오답 포인트

②의 'IF 증폭신호처리가 필요하다'는 협대역 수신기의 구조를 UWB에 그대로 적용한 표현이다. 또한 ③의 '속도 저하'는 전파 자체의 진행 속도 저하가 아니라 거리에 따른 수신 품질 악화로 데이터 전송률이 낮아진다는 뜻으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

UWB 문항에서는 '초단펄스·초광대역·낮은 전력 스펙트럼 밀도·단거리 고속 전송'을 기준으로 판단한다.
전통적인 반송파·중간주파수 단계를 반드시 거친다는 설명은 임펄스형 UWB의 직접 송수신 특성과 어긋난다.

암기 포인트

UWB는 초단펄스를 초광대역에 낮은 전력으로 펼치는 단거리 방식이며, 임펄스형은 IF 단계 없이 직접 송수신할 수 있다.

NoteBase

25. 다음 중 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① CDMA 방식에 비해 상대적으로 높은 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)를 갖는다.

② OFDMA 시스템에서는 각 사용자의 채널 품질을 고려하여 주파수 자원을 적응적으로 각 사용자에게 할당함으로써 전체 시스템의 처리율을 증대할 수 있다.

③ CDMA 방식에 비해 인접 셀 간의 간섭 영향이 많아 셀 간 간섭조정 절차가 필요하다.

④ OFDMA에서는 직교 부호를 할당하여 사용한다.

정답 4번

출제 포인트

OFDMA의 다중접속 자원, PAPR, 적응적 자원 할당, 셀 간 간섭 특성을 CDMA와 구별하는 문제이다.

핵심 개념

OFDMA는 전체 대역을 서로 직교하는 여러 부반송파로 나누고, 사용자마다 서로 다른 부반송파 또는 부반송파 묶음을 할당하는 다중접속 방식이다. 여러 부반송파 신호가 합쳐지므로 순간 첨두가 커져 PAPR이 높아질 수 있고, 사용자별 채널 상태에 따른 주파수 자원 할당이 가능하다.
CDMA는 사용자를 확산 부호로 구분한다. 따라서 OFDMA의 사용자 구분 자원은 부호가 아니라 부반송파·부채널이라는 차이가 핵심이다.

선지별 해설

① O — OFDMA는 여러 부반송파가 시간 영역에서 중첩되면서 큰 순간 첨두가 생길 수 있으므로, 단일 반송파 기반 CDMA에 비해 상대적으로 높은 PAPR을 갖는다.
② O — OFDMA는 사용자마다 채널 상태가 좋은 주파수 영역을 선택하여 부반송파·부채널을 적응적으로 배분할 수 있다. 이 다중사용자 주파수 선택 이득을 이용하면 전체 처리율을 높일 수 있다.
③ O — 한 셀 안의 부반송파는 직교하지만 인접 셀에서 같은 주파수 자원을 재사용하면 그 직교성이 셀 사이까지 보장되지는 않는다. 따라서 OFDMA에서는 셀 경계 사용자를 보호하기 위한 셀 간 간섭 조정 절차가 필요하다.
④ X — 틀린 표현은 '직교 부호를 할당'한다는 부분이다. 직교 부호로 사용자를 구분하는 것은 CDMA의 특징이며, OFDMA는 올바르게는 사용자에게 서로 직교하는 부반송파 또는 부반송파 묶음을 할당한다.

NoteBase

오답 포인트

OFDMA의 O가 Orthogonal이라는 점만 보고 ④의 '직교 부호'를 맞는 표현으로 착각하기 쉽다. OFDMA에서 직교성을 갖는 대상은 주파수축의 부반송파이고, CDMA에서 사용자를 구분하는 핵심 자원이 확산 부호이다.

다시 나오면 이렇게 판단

사용자 구분 자원이 무엇인지 먼저 확인한다. 부호를 할당하면 CDMA, 직교 부반송파·부채널을 할당하면 OFDMA이다. 이어서 OFDMA의 대표 특성인 높은 PAPR, 채널 상태 기반 적응 할당, 셀 간 간섭 조정을 연결한다.

암기 포인트

CDMA는 부호, OFDMA는 직교 부반송파이다. OFDMA는 높은 PAPR·적응 할당·셀 간 간섭 조정이 핵심이다.

NoteBase