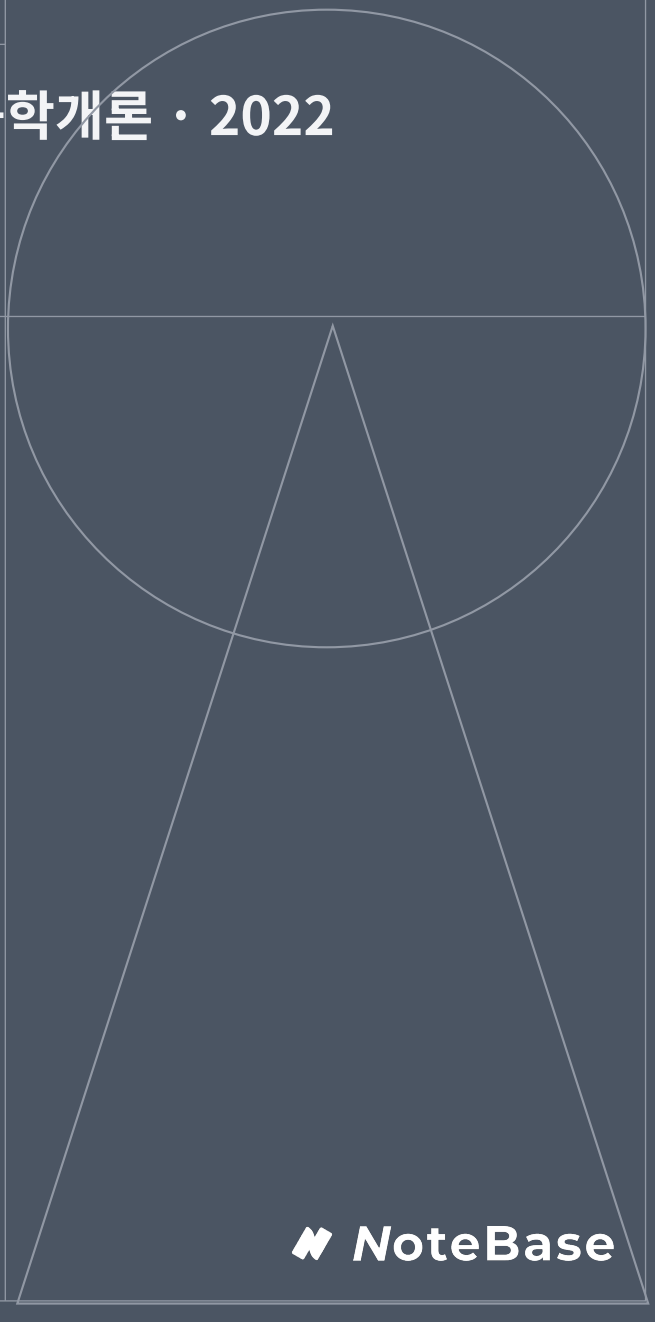
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2022



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2022

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2022

문 1. 디지털 정보의 송수신 중 발생할 수 있는 오류를 검출하거나 정정하기 위해 사용하는 기술은?

① 변조

② 채널코딩

③ 소스코딩

④ 암호화

정답 2번

간단한 해설

채널코딩은 전송할 데이터에 **오류 검출·정정을 위한 중복 정보**를 덧붙이는 기술이다. 수신 측은 이 정보를 이용하여 전송 중 비트가 바뀌었는지 확인하거나 오류를 바로잡는다.

개념 구분

채널코딩: 송신 측에서 정보 비트에 일정한 규칙으로 중복 정보를 추가한다. 수신 측은 받은 비트들이 그 규칙을 만족하는지 검사하여 오류를 검출하고, 오류 정정 부호를 사용한 경우에는 해당 부호의 정정 능력 범위에서 원래 정보를 복원한다. 즉, 중복 정보를 추가하는 목적은 **전송 오류에 대한 신뢰성 향상**이다.

소스코딩: 정보원의 데이터를 효율적으로 표현하는 기술이다. 대표적으로 불필요한 중복을 줄여 전송하거나 저장할 데이터량을 줄인다. 채널코딩이 오류에 대비해 중복 정보를 추가하는 것과 달리, **효율적인 정보 표현**에 초점을 둔다.

변조: 정보를 전송 매체에 적합한 신호 파형에 실어 보내는 기술이다. 반송파의 진폭·주파수·위상 등을 정보에 따라 변화시키는 것이 대표적이며, 오류 검출·정정을 위한 부호화와 구별된다.

암호화: 허가받지 않은 사람이 정보의 내용을 알아보기 어렵도록 데이터를 변환하는 기술이다. 주된 목적은 **정보의 기밀성 보호**이다.

NoteBase

문 2. 레이더에서 펄스가 발사된 후 목표물에 반사되어 되돌아오기까지 총 2 [ms]의 시간이 소요되었을 때, 레이더에서 목표물까지의 거리 [km]는? (단, 레이더 전파의 속도는 3×10^8 [m/s]이다)

① 30

② 60

③ 300

④ 600

정답 3번

간단한 해설

주어진 2 ms는 전파가 목표물까지 갔다가 돌아오는 **왕복 시간**이다. 목표물까지의 거리는 전파가 이 시간 동안 이동한 거리의 절반인 300 km이다.

계산 과정

주어진 값: 전파의 속도는 $c = 3 \times 10^8$m/s이고, 왕복 시간은 $t = 2\text{ms} = 2 \times 10^{-3}$s이다. 속도가 m/s 단위이므로 시간도 초 단위로 바꾼다.

거리 관계: 레이더에서 목표물까지의 거리를 R이라 하면, 전파는 목표물까지 R만큼 가고 다시 R만큼 돌아온다. 따라서 $2R = ct$이며, **편도 거리**는 $R = \frac{ct}{2}$로 구한다.

계산: 편도에 걸리는 시간은 $\frac{t}{2} = 1 \times 10^{-3}$s이다. 이 시간에 전파 속도를 곱하면 $R = (3 \times 10^8) \cdot (1 \times 10^{-3})$ m이므로, $R = 3 \times 10^5$m이다.

단위 변환과 선택지 연결: 1 km = 1,000 m이므로 300,000 m는 300 km이다. 이는 ③의 300에 해당한다.

NoteBase

문 3. 대역폭이 15 [kHz]인 정보신호를 최대 주파수 편이(frequency deviation)가 75 [kHz]가 되도록 FM(frequency modulation) 변조했을 때, 변조된 신호의 대역폭[kHz]은? (단, 카슨(Carson)의 법칙을 적용한다)

① 90

② 120

③ 150

④ 180

정답 4번

간단한 해설

카슨의 법칙은 **최대 주파수 편이와 정보신호의 최고 주파수의 합을 두 배**하여 FM 신호의 대역폭을 근사한다. 따라서 대역폭은 2 × (75 + 15) = 180 kHz이다.

계산 과정

주어진 값: 정보신호의 최고 주파수 f_m는 15 kHz이고, 최대 주파수 편이 Δf는 75 kHz이다. 최대 주파수 편이는 FM 신호의 순간 주파수가 반송파 주파수에서 최대로 벗어나는 크기이다.

공식 적용: 문제에서 카슨의 법칙을 적용하도록 했으므로 FM 신호의 대역폭 B는 $B \approx 2(\Delta f + f_m)$로 구한다. 이 법칙은 FM 신호의 주요 주파수 성분을 포함하는 대역폭을 근사하며, 반송파의 **위아래 양쪽 주파수 범위**를 포함하므로 2를 곱한다.

계산: 두 값의 단위가 모두 kHz이므로 단위 변환 없이 더하면 75 + 15 = 90 kHz이다. 이는 전체 대역폭의 절반에 해당하는 근삿값이다. 양쪽을 합치면 B ≈ 2 × 90 = 180 kHz가 되며, ④의 180에 해당한다.

NoteBase

문 4. 셀룰러 통신시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 주파수 재사용 기술을 사용한다.

② 사용자 위치 추적 기술을 사용한다.

③ 셀 반경을 크게 함으로써 시스템 사용자 용량을 증가시킬 수 있다.

④ 셀 간을 이동하는 단말기에 끊김 없는 서비스를 제공하기 위하여 핸드오프(handoff) 기술이 필요하다.

정답 3번

간단한 해설

셀 반경을 크게 하는 것은 기지국 하나의 통신 범위를 넓히는 것이며, 시스템 사용자 용량을 늘리는 방법은 아니다. 같은 서비스 지역과 주파수 자원에서 용량을 늘리려면 **셀을 작게 분할**하여 주파수를 더 많은 위치에서 재사용한다.

선지별 해설

① O: 셀룰러 시스템은 서비스 지역을 여러 셀로 나누고, **간섭을 허용할 수 있는 수준으로 억제할 만큼 떨어진 셀**에서 같은 주파수를 재사용한다. 한정된 주파수 자원으로 서로 다른 지역의 사용자들을 동시에 수용할 수 있다.

② O: 이동 중인 사용자에게 착신 연결 등을 제공하려면 망이 단말기의 위치를 관리해야 한다. 단말기는 위치 등록과 갱신 절차를 통해 자신이 속한 위치 영역 등을 알린다. 여기서 위치 추적은 **통신을 위한 위치 관리**를 뜻하며, 반드시 GPS로 정확한 좌표를 계속 측정한다는 의미는 아니다.

③ X: 같은 서비스 지역에서 사용 가능한 주파수 자원과 주파수 재사용 패턴이 같다면, 셀 반경을 크게 할수록 필요한 셀 수가 줄어 주파수를 공간적으로 재사용하는 횟수도 줄어든다. 사용자 용량을 늘리는 방법은 **셀 반경을 줄이는 셀 분할**이다. 작은 셀과 기지국을 더 많이 배치하면 같은 지역에서 주파수를 더 많이 재사용하여 동시에 수용할 수 있는 사용자 수를 늘릴 수 있다.

④ O: 단말기가 다른 셀로 이동하면 기존 기지국의 수신 신호가 약해져 통신 유지가 어려워질 수 있다. 핸드오프는 진행 중인 통신의 연결을 **다른 셀의 기지국으로 넘기는 절차**로, 셀 경계를 이동하는 단말기의 서비스 연속성을 유지하는 데 필요하다.

NoteBase

문 5. 주파수 대역과 우리나라의 활용 분야가 잘못 짝 지어진 것은?

① LF(low frequency) - TV 방송

② VHF(very high frequency) - FM 방송

③ UHF(ultra high frequency) - 이동통신

④ SHF(super high frequency) - 위성통신

정답 1번

간단한 해설

LF는 30~300 kHz의 장파 대역으로, **TV 방송용 대역이 아니다**. 지상파 TV 방송에는 이보다 주파수가 높은 **VHF·UHF 대역**이 사용된다.

선지별 해설

① X: LF는 30~300 kHz의 장파 대역이며 항법이나 선박 통신 등에 활용된다. TV 방송은 영상 신호를 전달할 넓은 주파수 대역폭이 필요하므로 LF와 짝지을 수 없다. 지상파 TV 방송의 활용 대역은 **VHF·UHF**로 고쳐야 한다.

② O: VHF는 30~300 MHz의 초단파 대역이다. FM 라디오 방송에 쓰이는 **88~108 MHz**가 이 범위에 포함되므로 VHF와 FM 방송의 연결은 타당하다.

③ O: UHF는 300 MHz~3 GHz의 극초단파 대역이다. 우리나라 이동통신에 사용되는 **800 MHz와 1.8 GHz 대역** 등이 이 범위에 포함되므로 UHF와 이동통신의 연결은 타당하다.

④ O: SHF는 3~30 GHz의 마이크로파 대역이다. 이 대역의 전파는 **전리층을 통과**하여 지상과 위성 사이의 통신에 이용될 수 있다. 따라서 SHF와 위성통신의 연결은 타당하다.

NoteBase

문 6. 이동통신에서 사용하는 FDD(frequency division duplex)와 TDD(time division duplex) 방식에 대한 설명으로 옳은 것은?

① FDD는 기지국의 송수신 주파수 채널을 분리하지 않는다.

② FDD는 상향 링크와 하향 링크의 주파수 대역폭을 비대칭으로 설계한다.

③ TDD는 상향 링크와 하향 링크 간 보호 주파수 대역이 필요하므로 주파수 효율성이 떨어진다.

④ TDD는 송수신기 간에 시각을 동기시켜야 한다.

정답 4번

간단한 해설

TDD는 같은 주파수에서 상향·하향 통신을 **시간으로 나누어** 수행한다. 기지국이 송신할 때 단말은 수신하고 그 반대 구간에서는 역할이 바뀌어야 하므로, **송수신 시점의 동기**가 필요하다.

선지별 해설

① X: FDD는 상향 링크와 하향 링크에 **서로 다른 주파수 채널**을 사용하는 방식이다. 따라서 기지국의 송신 채널과 수신 채널을 분리하며, 서로 다른 주파수에서 송수신을 동시에 수행할 수 있다.

② X: 일반적인 FDD는 상향·하향 링크에 **동일한 폭의 주파수 대역을 한 쌍으로** 할당한다. 비대칭 트래픽에 맞추어 상향·하향 자원 비율을 유연하게 조절하는 것은 TDD의 특징이며, 이때 조절하는 것은 주파수 대역폭이 아니라 각 방향에 배정하는 시간의 비율이다.

③ X: TDD는 동일한 주파수 대역을 시간으로 나누어 사용하므로, 상향·하향 링크를 분리하기 위한 보호 주파수 대역이 필요하지 않다. 대신 송수신 전환 시 신호가 겹치지 않도록 **보호시간**을 둔다. 이 보호시간에 따른 손실은 있지만, 선지처럼 상향·하향 간 보호 주파수 대역 때문에 주파수 효율성이 떨어지는 것은 아니다.

④ O: TDD는 같은 주파수에서 송신 구간과 수신 구간을 번갈아 배치하므로 **송수신 시점을 동기화**해야 한다. 하향 구간에는 기지국이 송신하고 단말이 수신하며, 상향 구간에는 단말이 송신하고 기지국이 수신해야 한다. 이 시점이 맞지 않으면 송신 신호가 상대방의 수신 구간과 어긋나 정상적인 통신을 방해한다.

NoteBase

문 7. 위상속도가 2×10^8 [m/s]인 무손실 전송선로의 단위 길이당 등가 인덕턴스가 1 [μH/m]일 때, 단위 길이당 등가 커패시턴스 [pF/m]는?

① 15

② 20

③ 25

④ 30

정답 3번

간단한 해설

무손실 전송선로에서는 위상속도가 $v_p = \frac{1}{\sqrt{LC}}$이므로, 단위 길이당 커패시턴스는 **위상속도의 제곱과 인덕턴스의 곱의 역수**이다. 주어진 값을 대입하면 25 pF/m이다.

계산 과정

조건과 단위: v_p는 위상속도, L과 C는 각각 단위 길이당 인덕턴스와 커패시턴스이다. 주어진 값은 $v_p = 2 \times 10^8 \text{m/s}$, $L = 1\mu\text{H/m} = 10^{-6}\text{H/m}$이다.

관계식: **무손실 조건**에서는 선로의 저항과 누설 컨덕턴스가 0이므로, 위상속도는 $v_p = \frac{1}{\sqrt{LC}}$로 주어진다. 양변을 제곱하여 C에 대해 정리하면 $C = \frac{1}{v_p^2 L}$이다.

값 대입: $C = \frac{1}{(2 \times 10^8)^2 \cdot 10^{-6}}\text{F/m}$이다. 분모는 4×10^{10}이므로, $C = 2.5 \times 10^{-11}\text{F/m}$이다. 이는 선로 1 m당 등가 커패시턴스이다.

단위 환산: $1\text{pF} = 10^{-12}\text{F}$이므로, **F/m를 pF/m로 환산**하면 $C = 25\text{pF/m}$이다. 따라서 ③의 25에 해당한다.

NoteBase

문 8. 무선이동통신의 채널 환경에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 자유공간에서 송수신기 사이의 경로손실은 거리의 제곱에 비례한다.

② 건물이나 터널 등으로 인해 전파의 음영지역이 발생할 수 있다.

③ 라이시안(Rician) 페이딩은 레일리(Rayleigh) 페이딩보다 LOS (line-of-sight) 신호 성분이 더 강하다.

④ 단말기가 고속으로 이동할수록 채널이 더 시불변(time-invariant)해진다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '더 시불변해진다'는 설명은 반대이다. 이동속도가 빨라지면 도플러 확산이 커져 채널이 거의 일정하게 유지되는 **상관시간이 짧아지고**, 채널은 시간에 따라 더 빠르게 변한다.

선지별 해설

① O: 같은 주파수와 안테나 조건에서 자유공간의 원거리장 경로손실을 전력비로 나타내면 **거리의 제곱에 비례**한다. 전파가 퍼지는 구면의 면적이 거리의 제곱에 비례하여 커지므로, 단위 면적당 전력과 수신 전력은 거리의 제곱에 반비례하여 감소한다.

② O: 건물의 차폐나 터널 내부의 전파 감쇠 등으로 수신 신호가 약해져 통신이 어려운 음영지역이 생길 수 있다. 이처럼 장애물 때문에 전파가 충분히 도달하지 못하는 현상을 **섀도잉**이라고 한다.

③ O: 라이시안 페이딩은 **LOS 같은 뚜렷한 직접파 성분**과 여러 반사·산란파 성분이 함께 수신되는 환경을 나타낸다. 레일리 페이딩은 뚜렷한 LOS 성분 없이 여러 반사·산란파가 합쳐지는 환경을 나타내므로, 두 모델을 비교하면 라이시안 쪽에 LOS 성분이 더 강하게 존재한다.

④ X: 시불변 채널은 시간이 지나도 채널의 특성이 변하지 않는 채널이다. 같은 주파수와 전파 환경에서 단말기의 이동속도가 빨라지면 다중경로 신호의 도플러 확산이 커져 채널의 진폭과 위상이 더 빠르게 변한다. 이에 따라 채널이 거의 일정하게 유지되는 상관시간은 짧아지므로, '더 시불변해진다'를 **'시간에 따른 변화가 더 빨라진다'**로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 9. 증폭기의 입력신호가 15 [mW]이고 입력잡음이 0.3 [mW], 출력신호가 240 [mW]이고 출력잡음이 48 [mW]일 때, 잡음지수 (NF, noise figure)[dB]는?

① −20

② −10

③ 10

④ 20

정답 3번

간단한 해설

잡음지수는 **입력 신호 대 잡음비가 출력에서 얼마나 나빠졌는지**를 dB로 나타낸다. 신호 대 잡음비가 50에서 5로 줄었으므로 그 비는 10이고, 잡음지수는 10 dB이다.

계산 과정

잡음지수는 증폭기를 통과하면서 생기는 신호 대 잡음비의 저하를 나타낸다. 신호전력을 S, 잡음전력을 N이라 하면 신호 대 잡음비는 SNR $= \frac{S}{N}$이다. 선형 잡음인자 F는 **입력 신호 대 잡음비를 출력 신호 대 잡음비로 나눈 값**이므로 $F = \frac{\mathrm{SNR_{in}}}{\mathrm{SNR_{out}}}$로 구한다.

입력 신호 대 잡음비: 입력신호 15 mW와 입력잡음 0.3 mW를 사용하면 $\mathrm{SNR_{in}} = \frac{15}{0.3} = 50$이다. 입력에서는 신호전력이 잡음전력의 50배이다. 두 전력의 단위가 모두 mW이므로 비를 구할 때 단위가 소거된다.

출력 신호 대 잡음비: 출력신호 240 mW와 출력잡음 48 mW를 사용하면 $\mathrm{SNR_{out}} = \frac{240}{48} = 5$이다. 출력에서는 신호전력이 잡음전력의 5배이므로, 입력에 비해 신호 대 잡음비가 감소했다.

dB 환산: 선형 잡음인자는 $F = \frac{50}{5} = 10$이다. 신호 대 잡음비가 전력비이므로 **dB 환산에는 10을 곱한 상용로그**를 사용한다. 따라서 $\mathrm{NF} = 10\log_{10} F = 10\log_{10} 10 = 10\mathrm{dB}$이며, 이는 ③의 10 dB에 해당한다.

NoteBase

문 10. 양자화(quantization)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 표본화된 신호의 아날로그 레벨 값을 유한한 디지털 레벨 값으로 분류하는 과정이다.

② 비균일 양자화 방식은 균일 양자화 방식에 비해 특정 진폭 구간을 더 세분화 할 수 있다.

③ 균일 양자화 방식에서 양자화 레벨에 할당되는 이진 부호가 1비트 증가하면 신호 대 양자화잡음비가 약 3 [dB] 개선된다.

④ μ-law와 A-law는 비균일 양자화에 사용된다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '약 3 dB'는 **약 6 dB**로 고쳐야 한다. 같은 입력 범위와 신호 전력에서 양자화 비트 수가 1비트 늘면 레벨 수는 2배, 양자화 간격은 절반이 되어 양자화잡음 전력이 약 1/4로 줄어든다.

선지별 해설

① O: 양자화는 표본화된 신호의 연속적인 진폭 값을 **유한한 대표 레벨** 중 하나로 대응시키는 과정이다. 시간축을 이산화하는 표본화와 달리 진폭을 이산화하며, 선택한 레벨을 이진 부호로 나타내는 것은 부호화이다.

② O: 균일 양자화는 진폭 구간을 같은 간격으로 나누지만, 비균일 양자화는 **진폭 구간마다 양자화 간격을 다르게** 정한다. 따라서 같은 전체 입력 범위와 레벨 수에서도 특정 진폭 구간에 더 많은 레벨을 배정하여 그 구간을 더 세밀하게 표현할 수 있다.

③ X: 개선량은 약 3 dB가 아니라 **약 6 dB**이다. 같은 입력 범위에서 비트 수가 1비트 늘면 표현 가능한 레벨 수가 2배가 되므로 양자화 간격은 절반이 된다. 과부하가 없고 양자화 오차를 한 양자화 간격 내의 균일한 분포로 근사하면, 양자화잡음 전력은 양자화 간격의 제곱에 비례하므로 약 1/4로 줄어든다. 신호 전력이 같을 때 신호 대 양자화잡음비는 4배가 되며, 이를 dB로 나타낸 증가량은 $10\log_{10} 4 \approx 6.02\text{dB}$이다.

④ O: μ-law와 A-law는 **비선형 진폭 압축**을 이용하여 비균일 양자화 효과를 얻는 방식이다. 송신 측에서 진폭을 압축한 뒤 균일 양자화하고 수신 측에서 역으로 신장하면, 원래 입력 진폭을 기준으로 작은 신호 구간은 더 촘촘하게, 큰 신호 구간은 더 성기게 양자화한 효과를 얻는다.

NoteBase

문 11. 통신시스템에서 백색가우시안 잡음에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 신호 성분과 곱해져서 왜곡을 초래한다.

② 진폭은 가우시안 확률 분포를 따른다.

③ 진폭의 평균값은 0이다.

④ 모든 주파수 대역에서 일정한 전력밀도 스펙트럼을 보인다.

정답 1번

간단한 해설

백색가우시안 잡음은 신호와 곱해지는 것이 아니라 **신호에 더해지는 가산성 잡음**으로 모델링한다. 신호와 곱해져 영향을 주는 것은 승산성 잡음의 설명이다.

선지별 해설

① X: 통신시스템의 백색가우시안 잡음은 신호에 **더해지는 가산성 잡음**으로 모델링한다. 송신 신호를 $s(t)$, 잡음을 $n(t)$라 하면 수신 신호는 $r(t) = s(t) + n(t)$로 나타낸다. '신호 성분과 곱해진다'는 설명은 승산성 잡음에 해당하므로 '신호 성분에 더해진다'로 고쳐야 한다.

② O: '가우시안'은 잡음의 **순간 진폭이 정규분포를 따른다**는 뜻이다. 여기서 진폭은 양·음의 부호를 포함한 순간값이며, 평균 부근의 값이 나타날 가능성이 크고 평균에서 멀어질수록 그 가능성이 작아진다.

③ O: 통신시스템의 표준적인 백색가우시안 잡음 모델은 **평균이 0인 정규분포**를 사용한다. 잡음 진폭의 확률분포가 0을 중심으로 좌우 대칭이므로 진폭의 기대값은 0이다. 평균이 0이라는 것은 잡음이 없다는 뜻이 아니며, 진폭의 제곱으로 정해지는 잡음 전력은 0이 아닐 수 있다.

④ O: '백색'은 **전력밀도 스펙트럼이 주파수에 관계없이 일정하다**는 뜻이다. 따라서 같은 폭의 주파수 대역에는 같은 평균 잡음 전력이 포함된다. 모든 주파수에서 일정하다는 것은 이상적인 백색잡음 모델의 특성이며, 실제 시스템에서는 유한한 동작 대역에서 이를 근사한다.

NoteBase

문 12. 전자파의 전파(propagation)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 서로 다른 밀도를 갖는 두 매질의 경계면을 투과할 때 굴절이 일어날 수 있다.

② 반사와 굴절이 동시에 발생할 수 있다.

③ 빛과 달리 직진성 혹은 지향성을 갖지 않는다.

④ 전계와 자계 성분을 모두 갖는다.

정답 3번

간단한 해설

빛도 전자파의 한 종류이며, 전자파는 균일한 매질에서 **직진성**을 보인다. 또한 안테나 등을 이용해 특정 방향으로 에너지를 집중시키는 **지향성**을 갖게 할 수 있다.

선지별 해설

① O: 전자파가 한 매질에서 다른 매질로 들어갈 때 **전파 속도가 달라지면** 굴절이 일어날 수 있다. 경계면에 비스듬히 입사하면 진행 방향이 달라질 수 있으며, 이를 결정하는 것은 매질의 유전율·투자율 등에 따른 전파 특성이다.

② O: 매질의 경계면에서 입사한 전자파의 일부는 원래 매질로 반사되고, 일부는 다른 매질로 투과하면서 굴절할 수 있다. 따라서 **반사와 굴절은 동시에** 발생할 수 있다.

③ X: 빛은 전자파에 포함되므로 전자파가 빛과 달리 직진성이나 지향성을 갖지 않는다는 설명은 잘못이다. 전자파는 **균일한 매질에서 직진**하며, 지향성 안테나나 반사판 등을 이용하면 특정 방향으로 에너지를 집중시킬 수 있다.

④ O: 전자파는 시간에 따라 변하는 **전계와 자계가 함께** 공간으로 전달되는 파동이다. 자유공간을 진행하는 평면파에서는 전계와 자계가 서로 수직이고, 두 성분 모두 진행 방향에 수직이다.

NoteBase

문 13. 송신전력이 −10 [dBm]인 마이크로파 신호를 전송하는 경우, 송수신안테나의 이득이 각각 10 [dB]이고 경로 손실이 30 [dB]일 때, 수신전력[mW]은?

① 1

② 0.1

③ 0.01

④ 0.001

정답 3번

간단한 해설

송신전력에 **송수신 안테나의 이득을 각각 더하고 경로 손실을 빼면** 수신전력은 −20 dBm이다. 이는 1 mW의 0.01배이므로 0.01 mW에 해당한다.

계산 과정

송신전력 P_ t는 −10 dBm, 송신·수신 안테나 이득 G_ t, G_ r는 각각 10 dB, 경로 손실 L은 30 dB이다. dBm은 1 mW를 기준으로 한 전력의 로그값이고, dB는 전력비의 로그값이다. 따라서 전력에 곱해지는 이득과 손실을 로그 단위에서는 **덧셈과 뺄셈**으로 반영한다.

수신전력은 P_ r=P_ t+G_ t+G_ r-L로 구한다. 이 식에서 전력은 dBm, 이득과 손실은 dB 단위로 대입한다. 계산하면 −10 + 10 + 10 − 30 = −20 dBm이다. 두 안테나의 이득을 합한 20 dB보다 경로 손실이 10 dB 크므로, 수신전력은 송신전력보다 10 dB 낮다.

dBm을 mW로 바꿀 때는 **기준 전력 1 mW**에 대한 비율을 구한다. 수신전력이 −20 dBm이므로 P_ r1 mW=10^(-20)/(10)=0.01이다. 즉, 수신전력은 1 mW의 0.01배이다.

따라서 수신전력은 0.01 mW이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 14. 위성통신의 특징을 나타내는 용어에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 접속 용이성: 동일 내용의 정보를 복수 지점에서 동시에 수신할 수 있음을 의미한다.

② 회선구성의 융통성: 유연한 회선의 설정이 가능하고 구성이 용이함을 의미한다.

③ 광역성: 소수의 위성으로 넓은 영역에 통신을 지원할 수 있음을 의미한다.

④ 광대역성: 넓은 주파수 대역을 사용하여 대용량 정보 전송이 가능함을 의미한다.

정답 1번

간단한 해설

동일한 정보를 여러 지점에서 동시에 수신할 수 있는 특성은 **동보성**이다. 접속 용이성은 위성의 통신 가능 영역 안에서 지구국이 통신망에 비교적 쉽게 접속할 수 있다는 뜻이다.

선지별 해설

① X: 동일한 정보를 복수 지점에서 동시에 수신할 수 있는 것은 **동보성**이다. 위성이 보내는 신호를 통신 가능 영역 내의 여러 지구국이 함께 수신할 수 있기 때문이다. 접속 용이성은 그 영역 안에 지구국을 설치하여 위성통신망에 비교적 쉽게 접속할 수 있다는 의미이므로, 선지의 용어를 '동보성'으로 고쳐야 한다.

② O: 회선구성의 융통성은 통신 수요에 따라 **지구국 사이의 회선을 유연하게 설정·변경**할 수 있다는 뜻이다. 지상 유선망처럼 통신 상대 지점까지 새로 선로를 부설하지 않고도 위성의 통신 자원을 배분하여 회선을 구성할 수 있다.

③ O: 광역성은 **넓은 지리적 영역을 통신 범위로 삼을 수 있는** 특성이다. 특히 정지궤도 위성은 높은 고도에서 넓은 지역을 통신 범위에 포함하므로, 소수의 위성으로도 넓은 지역에 통신을 지원할 수 있다.

④ O: 광대역성은 **넓은 주파수 대역폭을 이용**할 수 있는 특성이다. 넓은 대역폭을 활용하면 여러 통신 채널을 수용하거나 높은 전송률을 확보할 수 있어 대용량 정보 전송이 가능하다. 광역성이 통신 가능한 지역의 넓이를 뜻하는 데 비해, 광대역성은 사용할 수 있는 주파수 범위의 넓이를 뜻한다.

NoteBase

문 15. 정지위성에서 지구국으로 보내는 신호의 감쇠가 심해지는 경우가 아닌 것은?

① 위성과 지구국과의 거리가 멀수록

② 대기가 건조할수록

③ 신호의 파장이 짧을수록

④ 위성과 지구국의 앙각이 작을수록

정답 2번

간단한 해설

대기가 건조해지면 수증기량이 줄어 **수증기에 의한 흡수 감쇠가 감소**한다. 따라서 건조한 대기는 신호의 감쇠를 심하게 만드는 조건이 아니다.

선지별 해설

① O: 같은 주파수에서 위성과 지구국 사이의 거리가 멀어지면 전파가 더 넓은 공간으로 퍼져 수신 지점의 전력밀도가 작아진다. 따라서 **거리가 멀수록 자유공간 경로손실이 커진다**.

② X: 대기가 건조하면 수증기량이 적어 전파가 수증기에 흡수되는 정도가 줄어든다. 다른 조건이 같다면 **건조할수록 수증기에 의한 감쇠는 감소**하며, 수증기량이 많아질수록 그에 의한 흡수 감쇠가 커진다.

③ O: 같은 거리에서 송수신 안테나 이득을 일정하게 두면 **파장이 짧을수록 자유공간 경로손실이 커진다**. 자유공간 경로손실은 $L = 20\log_{10}\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)$ dB이며, d는 전파 경로의 거리, λ는 파장이다. 거리와 파장을 같은 단위로 나타낼 때, 파장이 짧아지면 괄호 안의 값이 커져 손실이 증가한다.

④ O: 앙각은 지구국에서 위성을 바라보는 방향과 수평면이 이루는 각이다. 앙각이 작으면 전파가 대기를 비스듬하게 지나므로 **대기층 안에서 이동하는 경로가 길어진다**. 이에 따라 대기에 의한 흡수 등으로 누적되는 감쇠가 커진다.

NoteBase

문 16. 민간용 GPS(global positioning system)를 사용할 때 위치 측정의 오차가 발생하는 원인으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 위성들의 근접한 배치 형태
ㄴ. 대기층에서의 전파 지연
ㄷ. DGPS(differential GPS)의 사용
ㄹ. 위성의 제한적 선택 사용

① ㄱ, ㄴ, ㄷ
② ㄱ, ㄴ, ㄹ
③ ㄱ, ㄷ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 2번

간단한 해설

DGPS는 위치 오차를 줄이는 보정 방식이다. 위치를 정확히 아는 기준국의 관측으로 보정 정보를 만들고 이를 이용하므로, DGPS의 사용 자체는 오차 발생 원인에 해당하지 않는다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. O: 수신기에서 보았을 때 위성들이 하늘의 한쪽에 가깝게 모여 있으면, 각 위성까지의 거리 측정값으로 위치를 구분하기 어려워진다. 같은 거리 측정 오차라도 **위성의 기하학적 배치가 나쁘면 위치 오차가 더 크게 나타난다**. 위성들이 하늘에 넓게 분포할 때보다 정밀도가 낮아지는 이유이다.

ㄴ. O: GPS 수신기는 위성 신호의 전파 시간을 이용해 위성까지의 거리를 구한다. 신호가 전리층과 대류권을 통과하며 지연되면, 그 지연이 **거리 측정 오차**로 이어져 계산된 위치에 오차를 발생시킨다.

ㄷ. X: DGPS는 **오차를 발생시키는 원인이 아니라 줄이는 방법**이다. 위치가 정확히 알려진 기준국에서 위성 신호를 관측하여 보정 정보를 만들고, 주변 수신기가 이를 적용한다. 기준국과 수신기에 공통으로 나타나는 위성 시계·궤도 오차나 대기 지연 오차 등을 줄여 위치 정확도를 높인다.

ㄹ. O: '위성의 제한적 선택 사용'은 이 문항에서 민간용 GPS의 정확도를 의도적으로 낮추던 **선택적 이용성(SA, selective availability)**을 가리킨다. 위성의 시계·궤도 정보 등에 의도적인 오차를 주어 민간 수신기의 위치 정확도를 떨어뜨리던 방식이다. 다만 SA의 사용은 2000년 5월에 중단되었으므로, 이를 현재도 시행되는 오차 요인으로 이해해서는 안 된다.

위치 측정 오차의 원인에 해당하는 보기는 ㄱ, ㄴ, ㄹ이며, 이 조합은 ②에 해당한다.

NoteBase

문 17. 정보신호 $m(t)=\cos(2\pi f_m t+\frac{\pi}{4})$를 반송파 전송 양측파대 (DSB–TC, double sideband-transmitted carrier)로 변조한 신호가 $s(t)=A_c\left[1+\frac{1}{2}m(t)\right]\cos(2\pi f_c t)$일 때, 전력 효율[%]은? (단, f_m은 정보신호의 주파수이고, A_c와 f_c는 각각 반송파의 진폭과 주파수이며 $f_c \gg f_m > 0$ 이다)

① 약 11.11

② 약 22.22

③ 약 33.33

④ 약 66.66

정답 1번

간단한 해설

변조지수가 0.5이므로 정보를 담는 **양측파대 전력의 합**은 반송파 전력의 1/8이다. 전력 효율은 이 측파대 전력이 전체 송신 전력에서 차지하는 비율로, 약 11.11%이다.

계산 과정

변조지수: 정보신호 $m(t)$의 최대 진폭은 1이므로, 주어진 신호를 $A_c[1+\mu m(t)]\cos(2\pi f_c t)$와 비교하면 변조지수는 $\mu=\frac{1}{2}$이다. 정보신호의 초기 위상 $\frac{\pi}{4}$는 정현파의 진폭이나 평균 전력을 바꾸지 않는다.

측파대 진폭: 반송파 성분의 진폭은 A_c이다. 변조 성분은 $\frac{A_c}{2}m(t)\cos(2\pi f_c t)$이며, 코사인 곱을 합으로 바꾸면 주파수가 f_c+f_m, f_c-f_m인 두 측파대가 생긴다. 곱을 합으로 바꿀 때 계수 1/2이 한 번 더 곱해지므로 **각 측파대의 진폭**은 $\frac{A_c}{4}$이다.

측파대 전력: 같은 부하에서 정현파의 평균 전력은 진폭의 제곱에 비례한다. 반송파 전력을 P_c라 하면 각 측파대 전력은 $\left(\frac{1}{4}\right)^2 P_c=\frac{P_c}{16}$이다. 두 측파대와 반송파는 서로 다른 주파수이므로 평균 전력은 각각의 합으로 계산한다. 따라서 양측파대 전력의 합은 $P_{SB}=\frac{P_c}{8}$, 전체 송신 전력은 $P_T=P_c+P_{SB}=\frac{9P_c}{8}$이다.

전력 효율: DSB–TC에서 정보는 측파대에 실리므로, **전체 송신 전력 중 양측파대 전력의 비율**을 구한다. $\eta=\frac{P_{SB}}{P_T}\times 100=\frac{1}{9}\times 100\approx 11.11\%$이다. 따라서 전력 효율은 약 11.11%이며, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 18. QPSK(quadrature phase shift keying) 변조 방식을 사용하는 통신시스템의 비트에러율(BER, bit error rate)이 10^{-6}이고, 데이터 전송률이 200 [Mbps]일 때, 매 초당 발생하는 에러 비트 수의 평균값은?

① 10

② 20

③ 100

④ 200

정답 4번

간단한 해설

초당 평균 에러 비트 수는 **비트 전송률에 BER을 곱한 값**이다. 200 Mbps에서 BER이 10^{-6}이면 초당 평균 200개의 에러 비트가 발생한다.

계산 과정

BER은 전체 전송 비트 중 에러 비트가 차지하는 비율이다. BER이 10^{-6}이라는 것은 전송 비트 100만 개당 평균 1개의 에러가 발생한다는 뜻이다. 따라서 일정 시간 동안 전송한 비트 수에 BER을 곱하면 그 시간 동안의 평균 에러 비트 수를 구할 수 있다.

전송률 200 Mbps는 $200 \cdot 10^6$ bit/s이므로, 1초 동안 전송하는 비트 수는 2억 개이다. QPSK 방식이지만 전송률이 이미 **비트 단위로 주어졌으므로** 이 값을 그대로 사용한다.

1초 동안의 평균 에러 비트 수는 $200 \cdot 10^6 \cdot 10^{-6} = 200$개이다. 이는 매초 반드시 200개의 에러가 발생한다는 뜻이 아니라, 초당 에러 비트 수의 평균값이 200개라는 뜻이다. 계산값 200은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 19. 위상의 연속성을 언제나 유지하는 변조 방식은?

① MSK(minimum shift keying)

② QPSK(quadrature phase shift keying)

③ OQPSK(offset quadrature phase shift keying)

④ DQPSK(differential quadrature phase shift keying)

정답 1번

간단한 해설

MSK는 데이터에 따라 주파수가 바뀌어도 **이전 구간의 위상을 끊김 없이 이어 가는** 연속 위상 변조 방식이다. 위상이 변하는 속도는 달라질 수 있지만, 심벌 경계에서 위상값이 갑자기 뛰지는 않는다.

개념 구분

MSK: 위상 연속성이란 데이터가 바뀌는 경계에서도 위상값이 불연속적으로 뛰지 않는 성질이다. MSK는 변조지수가 0.5인 연속 위상 주파수 편이 변조(CPFSK)이다. 데이터에 따라 사용하는 주파수를 바꾸면서도 **앞 구간의 끝 위상에서 다음 구간을 이어 간다**. 따라서 주파수가 바뀌어 위상의 변화 속도가 달라져도 위상 자체는 연속적으로 유지된다.

OQPSK: 동상 성분(I)과 직교 성분(Q)의 전환 시점을 심벌 주기의 절반만큼 어긋나게 한다. 두 성분이 동시에 바뀌지 않으므로 180° 위상 전환을 피하고 한 번의 위상 변화 폭을 최대 90°로 제한한다. 그러나 **위상 변화 폭을 제한**하는 것만으로 위상 불연속이 없어지는 것은 아니므로, OQPSK라는 방식 자체가 언제나 연속 위상을 보장하지는 않는다.

QPSK · DQPSK: QPSK는 데이터를 네 가지 위상에 대응시키므로 심벌이 바뀔 때 위상이 불연속적으로 바뀔 수 있다. DQPSK는 연속한 심벌 사이의 **위상 차이에 정보를 싣는** 방식이다. 위상 차이를 이용한다는 뜻이지, 그 위상 변화가 시간에 따라 연속적으로 이루어진다는 뜻은 아니다.

NoteBase

문 20. 반송파의 주파수가 2 [GHz]인 LTE(long-term evolution) 단말기의 안테나에 비해 주파수가 3.6 [GHz]인 반송파를 사용하는 5G(generation) 단말기의 안테나 길이는? (단, LTE 및 5G 모두 1/4 파장 안테나를 사용한다고 가정한다)

① 동일하다.

② 5/9배가 된다.

③ 7/9배가 된다.

④ 8/9배가 된다.

정답 2번

간단한 해설

두 안테나가 모두 1/4 파장 안테나이면 길이는 **반송파 주파수에 반비례**한다. 따라서 5G 안테나의 길이는 LTE 안테나 길이의 $\frac{2}{3.6} = \frac{5}{9}$배이다.

계산 과정

전파 속도를 c, 주파수를 f, 파장을 λ라 하면 $\lambda = \frac{c}{f}$이다. 두 단말기 모두 **1/4 파장 안테나**를 사용하므로 안테나 길이 L은 $L = \frac{\lambda}{4} = \frac{c}{4f}$이다. 전파 속도가 같으면 주파수가 높을수록 파장과 안테나 길이가 짧아진다.

LTE와 5G 안테나의 길이를 각각 L_1, L_2, 주파수를 각각 f_1, f_2라 하자. 길이의 비를 구하면 공통인 c와 1/4이 약분되어 $\frac{L_2}{L_1} = \frac{f_1}{f_2}$가 된다. 여기서 분모는 비교 기준인 **LTE 안테나의 길이**이다. 두 주파수의 단위가 모두 GHz이므로 같은 단위의 수치를 대입하면 $\frac{L_2}{L_1} = \frac{2}{3.6} = \frac{20}{36} = \frac{5}{9}$이다.

이 비는 5G 안테나의 길이가 LTE 안테나 길이의 $\frac{5}{9}$배라는 뜻이며, ②의 '5/9배가 된다'에 해당한다. 길이끼리 나눈 비이므로 단위는 없다.

NoteBase