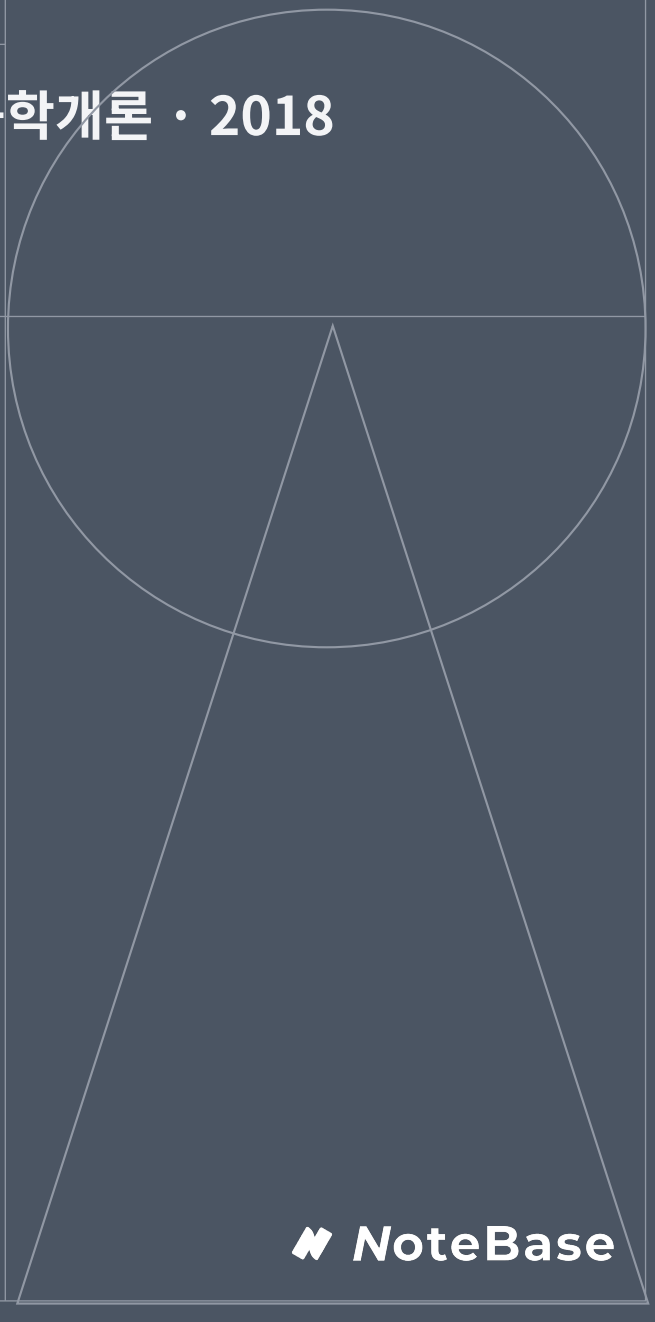
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2018



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2018

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2018

문 1. 다음 무선통신 기술 중 최대 전송속도가 가장 낮은 것은?

① 무선 랜(WLAN)

② 지그비(ZigBee)

③ 블루투스(Bluetooth)

④ LTE(Long Term Evolution)

정답 2번

간단한 해설

지그비는 센서 정보나 제어 신호처럼 적은 양의 데이터를 저전력으로 주고받는 기술로, 2.4 GHz 대역의 최대 전송속도가 **250 kbps(0.25 Mbps)**이다. Mbps급 이상의 속도를 지원하는 나머지 기술보다 낮다.

NoteBase

선지별 해설

비교 기준은 통신 환경에 따라 달라지는 실제 속도가 아니라 **규격이 지원하는 최대 전송속도**이다. 기술마다 세부 규격이 있으므로 대표 규격의 속도와 적용 조건을 함께 비교한다.

① 무선 랜(WLAN): IEEE 802.11 계열의 기술이다. 예를 들어 802.11b는 최대 11 Mbps, 802.11g는 최대 54 Mbps를 지원한다. 이들 규격의 최대 속도는 지그비의 0.25 Mbps보다 높다.

② 지그비(ZigBee): 저전력 센서망과 기기 제어 등에 쓰이는 저속 무선통신 기술이다. IEEE 802.15.4를 기반으로 하며, **2.4 GHz 대역에서 최대 250 kbps**를 지원한다. 이는 0.25 Mbps로, 다른 후보의 Mbps급 속도보다 낮다.

③ 블루투스(Bluetooth): 클래식 블루투스의 물리계층 전송속도는 기본속도 방식(BR)에서 1 Mbps이고, 향상된 전송속도 방식(EDR)에서는 최대 3 Mbps이다. 기본속도 방식만 비교해도 지그비의 0.25 Mbps보다 높다.

④ LTE(Long Term Evolution): 고속 이동통신 기술로, 20 MHz 대역폭에서 하향링크 100 Mbps급의 전송을 지원한다. 구체적인 최대 속도는 단말 범주와 안테나 구성 등에 따라 달라지지만, 지그비의 0.25 Mbps보다 훨씬 높다.

따라서 네 기술 가운데 최대 전송속도가 가장 낮은 것은 지그비이다.

NoteBase

문 2. 다음 무선통신에 사용되는 4가지 주파수 대역 중 높은 주파수에서 낮은 주파수 순서대로 바르게 나열한 것은?

① C – Ku – Ka – S

② Ku – Ka – S – C

③ Ka – Ku – C – S

④ S – C – Ka – Ku

정답 3번

간단한 해설

Ka는 **Ku보다 높은 주파수 대역**에 해당하고, C는 **S보다 높은 주파수 대역**에 해당한다. 네 대역 중 Ka의 주파수가 가장 높고 S가 가장 낮다.

올바른 순서

Ka → Ku → C → S

Ka: 일반적인 마이크로파 대역 구분에서 약 26.5~40 GHz에 해당한다. 네 대역 중 **가장 높은 주파수 범위**이므로 맨 앞에 놓인다.

Ku: 약 12~18 GHz에 해당한다. Ka보다 낮지만 C의 4~8 GHz보다 높으므로 Ka 다음에 놓인다.

C: 약 4~8 GHz에 해당한다. Ku보다 낮고 **S의 2~4 GHz보다 높은 대역**이므로 Ku와 S 사이에 놓인다.

S: 약 2~4 GHz에 해당한다. 네 대역 중 가장 낮은 주파수 범위이므로 마지막에 놓인다.

NoteBase

문 3. 아날로그 변조 방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 광대역 FM 방식의 점유 대역폭이 AM 방식보다 넓다.

② FM 방식이 AM 방식보다 잡음 세기에 대한 영향이 적다.

③ FM 방식에서 변조지수가 증가하면 FM 신호의 평균전력도 증가한다.

④ AM 방식에서 변조지수가 1보다 큰 경우 과변조되었다고 말한다.

정답 3번

간단한 해설

FM은 주파수를 변화시켜 정보를 전달하며 **신호의 진폭은 일정하게 유지**한다. 따라서 진폭과 부하저항이 같으면 변조지수가 증가해도 **평균전력은 일정**하다.

선지별 해설

① O: 같은 변조 신호를 전송할 때, 최고 변조주파수를 W라 하면 통상적인 양측파대 AM의 대역폭은 $2W$이다. FM은 여러 측파대가 생기며, 최대 주파수편이를 Δf라 할 때 카슨의 법칙으로 유효 대역폭을 $2(\Delta f + W)$로 근사한다. 광대역 FM은 주파수편이가 커서 **AM보다 넓은 대역폭**을 사용한다.

② O: AM은 진폭 변화에 정보를 담으므로 잡음이 진폭을 변화시키면 복원 신호에 직접 영향을 준다. FM은 주파수 변화에 정보를 담으므로 수신기의 **진폭 제한기로 진폭성 잡음을 억제**할 수 있어 일반적으로 AM보다 잡음에 강하다. 다만 수신 신호가 매우 약해 문턱효과가 나타나면 FM도 잡음의 영향을 크게 받는다.

③ X: FM은 변조 과정에서 주파수가 변하지만 진폭은 일정한 변조 방식이다. FM 신호의 전압 진폭을 A, 부하저항을 R이라 하면 평균전력은 $P = \frac{A^2}{2R}$이며, 이 식에는 변조지수가 포함되지 않는다. 변조지수가 달라지면 반송파 성분과 측파대 성분 사이의 전력 분포가 바뀌지만, **진폭과 부하저항이 일정하면 총평균전력도 일정**하다. 따라서 '평균전력도 증가한다'는 '평균전력은 일정하다'로 고쳐야 한다.

④ O: 통상적인 AM에서 변조지수는 변조에 따른 진폭 변화의 최대 크기를 반송파 진폭과 비교한 값이다. **변조지수가 1보다 크면 과변조**에 해당한다. 이때 진폭 변화의 최대 크기가 반송파 진폭보다 커져 포락선이 원래 변조 신호의 모양을 유지하지 못하므로, 포락선 검파 시 복원 신호가 왜곡된다.

NoteBase

문 4. 펄스 변조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 표본화된 신호로부터 원래의 신호를 복원하기 위해서는 저역통과필터가 필요하다.

② 펄스진폭변조(PAM)를 구현하는 방법으로 sample-and-hold 방식이 있다.

③ 표본화 정리에 따라 나이키스트 표본화 주파수는 메시지 신호의 최대 주파수의 2배이다.

④ 균일 양자화를 사용하는 PCM에서, 양자화 비트 수가 1 비트 증가하면 신호대양자화잡음비는 3 [dB] 증가한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '3 dB 증가'는 **약 6 dB 증가**로 고쳐야 한다. 같은 입력 범위에서 양자화 비트 수를 1비트 늘리면 양자화 간격이 절반이 되고, 양자화잡음 전력은 약 1/4로 줄어든다.

선지별 해설

① O: 표본화를 하면 원래 신호의 주파수 스펙트럼이 표본화 주파수의 정수배 간격으로 반복된다. 표본화 정리를 만족하여 이 스펙트럼들이 겹치지 않는 경우, **저역통과필터로 원래의 기저대역 성분을 통과**시키고 고주파 쪽의 반복 성분을 제거하여 신호를 복원한다.

② O: PAM은 각 표본값을 펄스의 진폭으로 나타내는 방식이다. sample-and-hold 방식은 일정한 시점의 신호값을 취한 뒤 **그 값을 일정 시간 유지**하므로, 윗부분이 평평하고 높이가 표본값에 따라 달라지는 PAM 펄스를 만들 수 있다.

③ O: 메시지 신호가 최대 주파수 f_m 이하로 대역 제한되어 있을 때, 나이키스트 표본화 주파수는 $2f_m$이다. 이는 표본화로 반복된 스펙트럼이 겹쳐 서로 구별할 수 없게 되는 **에일리어싱을 피하기 위한 기준**이다. 실제 표본화 주파수는 필터의 전이대역 등을 고려하여 이 기준보다 여유 있게 정한다.

④ X: 균일 양자화에서 n비트를 사용하면 양자화 레벨 수는 $L = 2^n$이다. 같은 입력 범위에서 비트 수를 1비트 늘리면 레벨 수가 2배가 되어 양자화 간격 Δ는 절반이 된다. 과부하가 없고 양자화 오차를 각 구간에 균일하게 분포한다고 보는 통상적인 근사에서, 양자화잡음 전력은 $P_q = \frac{\Delta^2}{12}$이므로 간격을 절반으로 줄이면 잡음 전력은 1/4이 된다. 신호 전력이 같으면 신호대양자화잡음비는 4배가 되고, dB로는 $10\log_{10} 4 \approx 6.02$만큼 증가한다. 따라서 '3 dB 증가'는 **'약 6 dB 증가'**로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 5. 특성 임피던스가 50[Ω]인 무손실 전송선로에 100[Ω]의 부하 저항을 연결하였을 때, 부하점에서 신호의 반사계수와 전압정재파비의 크기는?

① $\frac{1}{2}$, 2
② $\frac{1}{2}$, 3
③ $\frac{1}{3}$, 2
④ $\frac{1}{3}$, 3

정답 3번

간단한 해설

부하점의 전압 반사계수는 **부하 저항과 특성 임피던스의 차를 합으로 나눈 값**이므로 크기는 $\frac{1}{3}$이다. 이를 전압정재파비 관계식에 대입하면 2가 된다.

계산 과정

반사계수: 특성 임피던스는 $Z_0 = 50\Omega$, 부하 임피던스는 순저항이므로 $Z_L = 100\Omega$이다. 부하점의 전압 반사계수 Γ_L는 **입사 전압에 대한 반사 전압의 비**이며, $\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$로 구한다. 따라서 $\Gamma_L = \frac{100-50}{100+50} = \frac{1}{3}$이다. 양의 실수이므로 크기도 $|\Gamma_L| = \frac{1}{3}$이며, 반사 전압의 크기가 입사 전압의 1/3이라는 뜻이다.

전압정재파비: 무손실 전송선로에서 입사파와 반사파가 합쳐지면 위치에 따라 전압의 크기가 달라진다. 전압정재파비는 **전압 최댓값을 최솟값으로 나눈 비**이므로 $\mathrm{VSWR} = \frac{1+|\Gamma_L|}{1-|\Gamma_L|}$이다. 반사계수의 크기를 대입하면 $\mathrm{VSWR} = \frac{1+\frac{1}{3}}{1-\frac{1}{3}} = 2$이다. 반사계수의 크기와 전압정재파비는 모두 비율이므로 단위가 없다.

따라서 두 크기는 각각 $\frac{1}{3}$, 2로, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 6. 송신기가 3[GHz] 반송파 주파수로 신호를 10[W]로 송출하는 경우, 송신 안테나와 수신 안테나의 이득이 각각 20[dB]이며, 시스템 손실이 10[dB]이고 경로 손실이 112[dB]일 때, 수신기에서의 수신 전력[dBm]은?

① −24

② −28

③ −42

④ −72

정답 3번

간단한 해설

송신 전력 10 W는 **40 dBm**이다. 여기에 두 안테나 이득을 더하고 시스템 손실과 경로 손실을 빼면 수신 전력은 **−42 dBm**이 된다.

계산 과정

1. 송신 전력의 단위 변환: dBm은 **1 mW를 기준으로 나타낸 전력의 로그값**이다. 송신 전력 10 W는 10,000 mW이므로, 송신 전력은 $10\log_{10}\left(\frac{10000}{1}\right) = 40$ dBm이다.

2. 전력 수지식: dB로 표시된 **이득은 더하고 손실은 뺀다**. 수신 전력을 P_r, 송신 전력을 P_t, 송신·수신 안테나 이득을 각각 G_t, G_r, 시스템 손실과 경로 손실을 각각 L_s, L_p라 하면 $P_r = P_t + G_t + G_r - L_s - L_p$이다. 이때 전력의 단위는 dBm, 이득과 손실의 단위는 dB로 맞춘다.

3. 수신 전력 계산: 두 안테나 이득이 각각 20 dB이고 시스템 손실은 10 dB, 경로 손실은 112 dB이므로, 수신 전력은 40 + 20 + 20 − 10 − 112 = −42 dBm이다. 경로 손실이 이미 주어졌으므로 반송파 주파수 3 GHz를 이용해 경로 손실을 다시 계산할 필요는 없다.

수신 전력 −42 dBm은 ③의 값에 해당한다.

NoteBase

문 7. 무선채널의 전파 특성에 대한 설명으로 옳은 것만을 고른 것은?

ㄱ. 경로손실은 주파수가 높아질수록 증가한다.
ㄴ. 페이딩은 수신 신호의 세기가 공간 혹은 시간에 따라 변하는 현상을 말한다.
ㄷ. 무선채널의 전파 특성은 주파수의 영향을 받지 않는다.
ㄹ. 수신단이 움직이지 않을 경우 페이딩은 발생하지 않는다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 1번

간단한 해설

같은 거리에서 자유공간 경로손실은 **주파수가 높을수록 커진다**. 페이딩은 **공간이나 시간에 따른 수신 신호 세기의 변동**이며, 수신기가 정지해 있어도 주변 환경이 변하면 발생할 수 있다.

보기별 해설

ㄱ. O: 자유공간에서 경로손실의 선형값은 $L = (4\pi df/c)^2$이다. 여기서 d는 송수신 거리, f는 주파수, c는 빛의 속도이다. **거리와 안테나 이득을 같게 두고 비교하면** 주파수가 높을수록 수신전력이 줄어들어 경로손실이 커진다.

ㄴ. O: 페이딩은 수신 신호의 세기가 **위치나 시간에 따라 달라지는 현상**이다. 여러 경로를 거쳐 도착한 전파들이 위상에 따라 서로 보강되거나 상쇄되므로, 위치나 전파 경로가 달라지면 수신 신호의 세기도 변할 수 있다.

ㄷ. X: 무선채널의 전파 특성은 **주파수의 영향을 받는다**. 주파수가 달라지면 파장이 달라지며, 자유공간 경로손실이나 장애물에 의한 회절 특성 등이 달라진다. 따라서 주파수와 무관하다고 할 수 없다.

ㄹ. X: **수신단이 정지해 있어도 페이딩은 발생할 수 있다**. 예를 들어 주변의 사람이나 차량이 움직이면 반사 경로의 길이와 도착파의 위상 관계가 바뀌어 수신 신호의 세기가 시간에 따라 달라질 수 있다. 수신단의 이동만이 페이딩의 원인은 아니다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄴ이며, 이 조합에 해당하는 선택지는 ①이다.

NoteBase

문 8. 각변조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① PM 신호의 위상은 메시지 신호에 대해 선형적으로 변화한다.

② 각변조는 메시지 신호에 대해 중첩의 원리가 성립하는 선형성의 특징이 있다.

③ FM 신호의 근사적인 대역폭은 변조지수와 메시지 신호의 대역폭으로 구할 수 있다.

④ 메시지 신호를 적분하여 위상 변조하면 FM 신호를 얻을 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

각변조는 메시지 신호가 반송파의 위상각 안에 들어가는 **비선형 변조**이므로 중첩의 원리가 성립하지 않는다. PM의 위상편이가 메시지 신호에 비례한다는 것과 변조된 파형 자체가 선형이라는 것은 구별해야 한다.

선지별 해설

① O: 메시지 신호를 $m(t)$, 위상 감도를 k_p라 하면 PM의 위상편이는 $\theta_p(t) = k_p m(t)$이다. 위상편이는 변조하지 않은 반송파의 위상에서 벗어난 양으로, **메시지 신호의 순간값에 비례**하여 변한다.

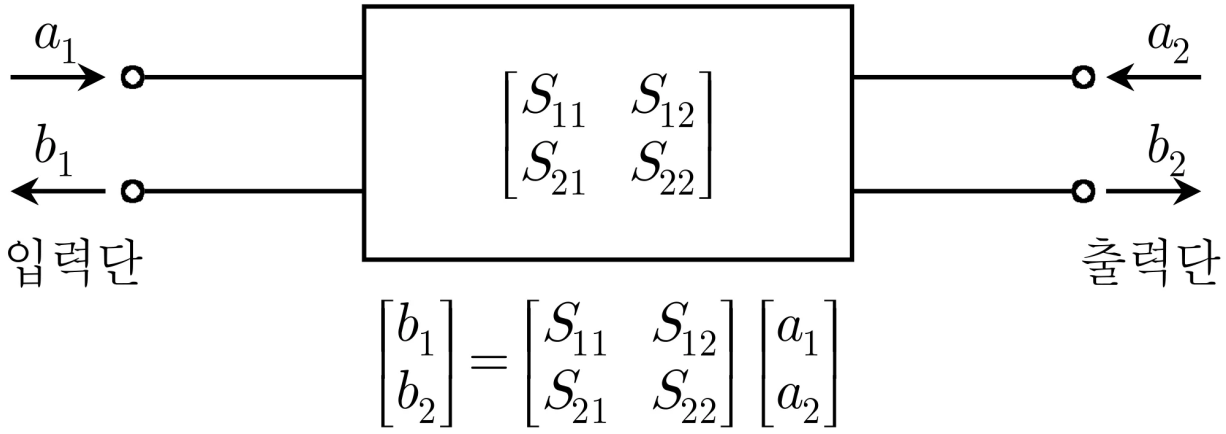
② X: 각변조 신호는 $s(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + \theta(t)]$로 나타낸다. 여기서 A_c는 반송파 진폭, f_c는 반송파 주파수, $\theta(t)$는 메시지에 의한 위상편이이다. 위상편이가 메시지에 비례하더라도 이를 코사인 함수에 넣어 얻는 파형은 메시지에 선형적으로 비례하지 않는다. 두 메시지를 더해 변조한 결과는 각 메시지의 변조 파형을 더한 것과 일반적으로 다르므로, 각변조는 **중첩의 원리가 성립하지 않는 비선형 변조**이다.

③ O: 메시지 신호의 대역폭을 W, 최대 주파수편이를 Δf라 하면 **카슨의 법칙**으로 FM의 전송 대역폭을 $B \approx 2(\Delta f + W)$로 근사한다. 이때 $\beta = \frac{\Delta f}{W}$로 두면 $B \approx 2(\beta + 1)W$가 되므로 변조지수와 메시지 신호의 대역폭으로 구할 수 있다. 단일 정현파 메시지에서는 W가 그 메시지의 주파수이다.

④ O: PM은 입력 신호에 비례하여 위상편이를 만든다. 따라서 **메시지를 적분한 신호**를 PM의 입력으로 넣으면 위상편이가 원래 메시지의 적분값에 비례한다. 순간 각주파수는 위상을 시간에 대해 미분한 값이므로, 이 신호의 주파수편이는 원래 메시지에 비례한다. 이는 FM의 정의에 해당한다.

NoteBase

문 9. 그림과 같은 산란계수(S-parameter)의 정의 중에서 입력에서 출력으로의 전송이득 또는 삽입손실의 특성을 나타낼 때 사용하는 것은?



① S_{11}

② S_{12}

③ S_{21}

④ S_{22}

정답 3번

간단한 해설

산란계수의 첫째 첨자는 파가 나오는 단자, 둘째 첨자는 파가 들어가는 단자를 뜻한다. 입력단 1에서 출력단 2로 전달되는 **순방향 전송 특성**은 S_{21}로 나타낸다.

NoteBase

공통 해설

그림에서 a_1, a_2는 각 단자로 들어가는 입사파이고, b_1, b_2는 각 단자에서 나오는 파이다. 산란계수 S_{ij}는 다른 단자에서 들어오는 입사파가 없는 조건에서, j번 단자의 입사파에 대한 i번 단자의 출사파의 비이다. 즉, 첨자는 **출사 단자 i, 입사 단자 j의 순서**로 읽는다.

입력단은 1번, 출력단은 2번이므로 입력에서 출력으로의 전달은 $1 \rightarrow 2$에 해당한다. 그림의 행렬 관계에서 $b_2 = S_{21}a_1 + S_{22}a_2$이다. 출력단을 기준 임피던스로 정합하여 $a_2 = 0$으로 두면 $S_{21} = \frac{b_2}{a_1}$이 된다. 따라서 S_{21}이 입력파가 출력단으로 얼마나 전달되는지를 나타내며, 전송이득 또는 삽입손실의 특성을 표현하는 데 사용된다.

같은 첨자 규칙을 적용하면 S_{12}는 $2 \rightarrow 1$의 **역방향 전송**을 나타낸다. S_{11}과 S_{22}는 입사 단자와 출사 단자가 같으므로 각각 입력단과 출력단의 반사 특성을 나타낸다.

NoteBase

문 10. 위성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 저궤도(LEO) 위성은 지구의 자전속도와 동일한 속도로 공전하며 움직인다.

② 상업용 위성에서 사용되는 주파수 대역은 C, Ku, Ka, L 등이 있다.

③ Ku 대역 위성통신에서 상향링크 주파수가 하향링크 주파수보다 높다.

④ 정지궤도(GEO) 위성은 지표면에서 약 36,000 [km]에 위치한다.

정답 1번

간단한 해설

저궤도(LEO) 위성의 공전주기는 **지구의 자전주기보다 훨씬 짧다**. 지구 자전과 같은 각속도로 공전하여 지상에서 한 위치에 머무는 것처럼 보이는 위성은 **정지궤도(GEO) 위성**이다.

선지별 해설

① X: 저궤도 위성은 지구 자전주기보다 훨씬 짧은 주기로 지구를 돌므로, 공전 각속도가 지구 자전 각속도보다 크다. **지구 자전과 같은 각속도**로 공전하는 특성은 정지궤도 위성에 해당한다. 정지궤도 위성은 적도면의 원궤도를 지구 자전과 같은 방향으로 돌며, 공전주기는 지구 자전주기인 약 23시간 56분과 같다.

② O: C, Ku, Ka, L 대역은 모두 상업용 위성통신에 쓰인다. C·Ku·Ka 대역은 방송이나 데이터 전송 등에, L 대역은 **이동위성통신** 등에 이용된다. 모든 상업용 위성이 이 대역들을 동시에 사용하는 것은 아니며, 서비스 목적과 주파수 할당에 따라 사용하는 대역이 달라진다.

③ O: 상향링크는 지구국에서 위성으로, 하향링크는 위성에서 지구국으로 신호를 보내는 구간이다. Ku 대역 위성통신에서는 대표적으로 **상향링크 약 14 GHz, 하향링크 약 12 GHz**를 사용하므로 상향링크 주파수가 더 높다. 위성 중계기는 수신한 신호의 주파수를 변환하여 하향링크로 송신한다.

④ O: 정지궤도 위성의 고도는 **지표면 기준 약 35,786 km**이며, 이를 반올림하면 약 36,000 km이다. 이는 지구 중심에서 위성까지의 거리가 아니라 지표면에서 위성까지의 높이이다.

NoteBase

문 11. AWGN 채널에서 채널 대역폭이 15[kHz]이고 신호대잡음비(S/N비)가 31인 경우 이론적으로 구한 채널용량[kbps]은?

① 15

② 46

③ 75

④ 90

정답 3번

간단한 해설

AWGN 채널에서는 대역폭에 $\log_2(1 + S/N)$을 곱하여 채널용량을 구한다. 신호대잡음비가 31이면 이 값이 5이므로, 채널용량은 15 × 5 = **75 kbps**이다.

계산 과정

AWGN은 가산성 백색 가우스 잡음을 뜻한다. 이 잡음이 있는 대역 제한 채널에서 신뢰성 있게 전송할 수 있는 정보율의 이론적 상한은 샤논의 채널용량 공식 $C = B\log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$으로 구한다. 여기서 B는 채널 대역폭(Hz), S는 평균 신호전력, N은 해당 대역 내 평균 잡음전력이며, C의 단위는 bit/s이다.

주어진 대역폭은 B = 15 kHz = 15,000 Hz이다. 신호대잡음비 31은 dB로 표시된 값이 아니라 **전력의 비 자체**이므로 그대로 대입한다. $\log_2(1 + 31) = \log_2 32 = 5$이므로, 이 조건에서 대역폭 1 Hz당 채널용량은 5 bit/s이다.

따라서 C = 15,000 × 5 = 75,000 bit/s이다. 1 kbps = 1,000 bit/s이므로 **채널용량은 75 kbps**이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 12. 진폭변조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 반송파 억압 양측파대(DSB-SC) 변조방식은 동기 복조기를 사용한다.

② 반송파 전송 양측파대(DSB-TC) 변조방식은 반송파 억압 양측파대(DSB-SC) 방식에 비해 송신전력 효율이 떨어진다.

③ 잔류측파대(VSB) 변조방식에서 신호의 대역폭은, 단측파대(SSB) 방식보다 크고 양측파대(DSB) 방식보다 작다.

④ 단측파대(SSB) 변조방식은 대역폭을 적게 차지하므로 영상 신호를 전송하는 데 유리하여 TV 방송에서 주로 사용된다.

정답 4번

간단한 해설

④의 'TV 방송에서 주로 사용된다'는 SSB가 아니라 **잔류측파대(VSB)**에 대한 설명이다. 아날로그 TV 영상 신호는 저주파 성분을 포함하므로 한쪽 측파대를 완전히 제거하기 어려워, 반대쪽 측파대를 일부 남기는 VSB를 사용한다.

선지별 해설

① O: DSB-SC는 반송파를 억압하고 두 측파대만 전송하므로, 일반적인 포락선 검파만으로는 원래 신호를 복원할 수 없다. 수신기에서 **송신 반송파와 주파수·위상이 동기된 반송파**를 만들어 수신 신호와 곱한 뒤, 저역통과필터로 원래 신호 성분을 추출하는 동기 복조를 사용한다.

② O: DSB-TC는 두 측파대와 함께 반송파도 전송한다. 정보는 측파대에 실리며, 반송파 자체는 정보를 전달하지 않으면서 송신전력을 소모한다. 따라서 같은 정보 신호를 전송할 때 **반송파 전력까지 필요한 DSB-TC**는 반송파를 억압하는 DSB-SC보다 송신전력 효율이 낮다.

③ O: SSB는 한쪽 측파대만, DSB는 양쪽 측파대를 모두 전송한다. VSB는 **한쪽 측파대 전체와 반대쪽 측파대의 일부**를 전송하므로, 같은 원신호에 대해 필요한 전송 대역폭은 SSB보다 크고 DSB보다 작다.

④ X: SSB가 DSB보다 좁은 대역폭을 사용한다는 부분은 맞지만, 아날로그 TV 영상 전송에 주로 쓰이는 방식은 **SSB가 아니라 VSB**이다. 영상 신호에는 매우 낮은 주파수 성분도 포함되어 변조 후 두 측파대가 반송파 부근에서 서로 가깝게 놓인다. 이때 한쪽 측파대만 완전히 제거하려면 매우 급격한 차단 특성을 가진 필터가 필요하다. VSB는 반대쪽 측파대를 일부 남겨 필터 구현 부담을 줄이면서 DSB보다 대역폭을 절약한다.

NoteBase

문 13. 레이더의 송신기와 수신기가 동일한 위치에 있는 경우, 송신한 신호가 먼 거리에 있는 목표물로부터 반사되어 수신되는 전력은 송신기와 목표물 사이의 거리(R)의 몇 제곱에 반비례하는가?

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 4번

간단한 해설

송신파가 목표물까지 퍼질 때와 반사파가 수신기까지 퍼질 때 각각 거리의 제곱에 반비례하여 전력밀도가 감소한다. 두 효과가 함께 작용하므로 수신전력은 **거리의 네제곱에 반비례**한다.

공통 해설

송신기와 수신기가 같은 위치에 있는 레이더를 단일기지 레이더라고 한다. 목표물까지의 거리를 R이라고 하면 송신파가 목표물까지 가는 거리와 반사파가 수신기까지 돌아오는 거리는 각각 R이다. 자유공간의 원거리 목표물을 대상으로, 송신전력·안테나 특성·목표물의 레이더 반사단면적 등 다른 조건이 일정한 경우를 생각한다.

송신파는 전파하면서 넓은 면적으로 퍼지므로 목표물에 도달하는 전력밀도는 R^2에 반비례한다. 목표물에서 반사된 파도 수신기까지 전파하면서 퍼지므로 다시 R^2에 반비례하는 감소가 생긴다. 즉, **가는 경로와 돌아오는 경로의 전파 확산을 모두** 고려해야 한다.

따라서 수신전력을 P_r라고 하면 거리 의존성은 $P_r \propto \frac{1}{R^4}$이다. 이 관계에서 거리 R에 붙는 지수는 4이다.

NoteBase

문 14. 야기-우다(Yagi-Uda) 안테나에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 이득과 관련한 빔 패턴은 대부분 도파기에 의해 좌우된다.

② 투사기에서 도파기를 향한 예리한 지향 특성이 있다.

③ 도파기의 수를 증가시키면 이득이 증가된다.

④ 반사기의 길이는 도파기의 길이 보다 짧게 한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 길이 관계가 반대이다. 일반적인 야기-우다 안테나는 **반사기를 투사기보다 길게, 도파기를 투사기보다 짧게** 하므로 반사기가 도파기보다 길다.

선지별 해설

① O: 도파기는 투사기 앞에 배치되어 전파가 전방으로 집중되도록 하는 무급전 소자이다. 도파기의 **수·길이·간격**은 주빔의 폭과 이득에 큰 영향을 주므로, 이득과 관련한 빔 패턴을 좌우하는 주요 요소이다.

② O: 투사기는 급전선에서 전력을 공급받는 소자이다. 투사기와 무급전 소자에서 방사된 전파가 합성되어 **투사기에서 도파기를 향하는 방향**으로 강한 주빔을 형성한다. 반사기는 투사기 뒤에 놓여 후방 방사를 줄이는 데 기여한다.

③ O: 도파기의 길이와 간격을 **적절히 설계하면서 수를 늘리면**, 일반적으로 전방으로 전파를 더욱 집중시켜 이득을 높일 수 있다. 다만 도파기를 임의로 추가한다고 이득이 항상 증가하는 것은 아니며, 소자 간 결합과 배열 조건도 함께 고려해야 한다.

④ X: 일반적인 야기-우다 안테나에서는 반사기를 투사기보다 길게, 도파기를 투사기보다 짧게 만든다. 따라서 길이 관계는 **반사기 > 투사기 > 도파기**이며, '반사기의 길이는 도파기의 길이보다 짧게 한다'는 '반사기의 길이는 도파기의 길이보다 길게 한다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 15. 무선 근거리 통신망인 무선 랜(WLAN)의 기술을 규정하고 있는 국제 표준은?

① IEEE 802.11

② IEEE 802.15

③ IEEE 802.16

④ IEEE 802.21

정답 1번

간단한 해설

무선 랜(WLAN)의 매체 접근 제어(MAC)와 물리 계층(PHY)을 규정하는 표준은 **IEEE 802.11**이다.

공통 해설

무선 랜(WLAN)은 한정된 지역 안에서 기기들이 무선으로 데이터를 주고받는 근거리 통신망이다. IEEE 802.11은 이러한 무선 랜을 구현하기 위한 **매체 접근 제어(MAC)와 물리 계층(PHY)**의 규격을 정한다. MAC은 여러 기기가 공유하는 무선 매체에 접근하는 방법을, PHY는 데이터를 무선 신호로 송수신하는 방법을 다룬다. 따라서 문제에서 묻는 WLAN 기술의 표준 번호는 IEEE 802.11이다.

NoteBase

문 16. FM 방식에 대한 설명으로 옳은 것은?

① FM 신호의 대역폭은 항상 메시지 신호 대역폭의 2배이다.

② 주파수 편이는 반송파 주파수에 따라 결정된다.

③ FM 변조 지수는 메시지 신호의 대역폭과는 무관하다.

④ 광대역 FM 신호를 생성하기 위한 간접 FM 방식은 주파수 체배기를 사용한다.

정답 4번

간단한 해설

간접 FM 방식은 먼저 만든 협대역 FM 신호를 **주파수 체배기**에 통과시켜 광대역 FM 신호를 얻는다. 체배 과정에서 메시지 주파수는 그대로이고 **주파수 편이와 변조 지수가 증가**한다.

선지별 해설

① X: FM 신호의 대역폭은 **메시지 대역폭뿐 아니라 최대 주파수 편이에도 의존**한다. 메시지 대역폭을 B_m, 최대 주파수 편이를 Δf라 하면, 카슨의 법칙에 따른 근사 대역폭은 $B_{\text{FM}} \approx 2(\Delta f + B_m)$이다. 협대역 FM에서는 대역폭을 약 $2B_m$으로 볼 수 있지만, 이를 모든 FM 신호에 적용할 수는 없다.

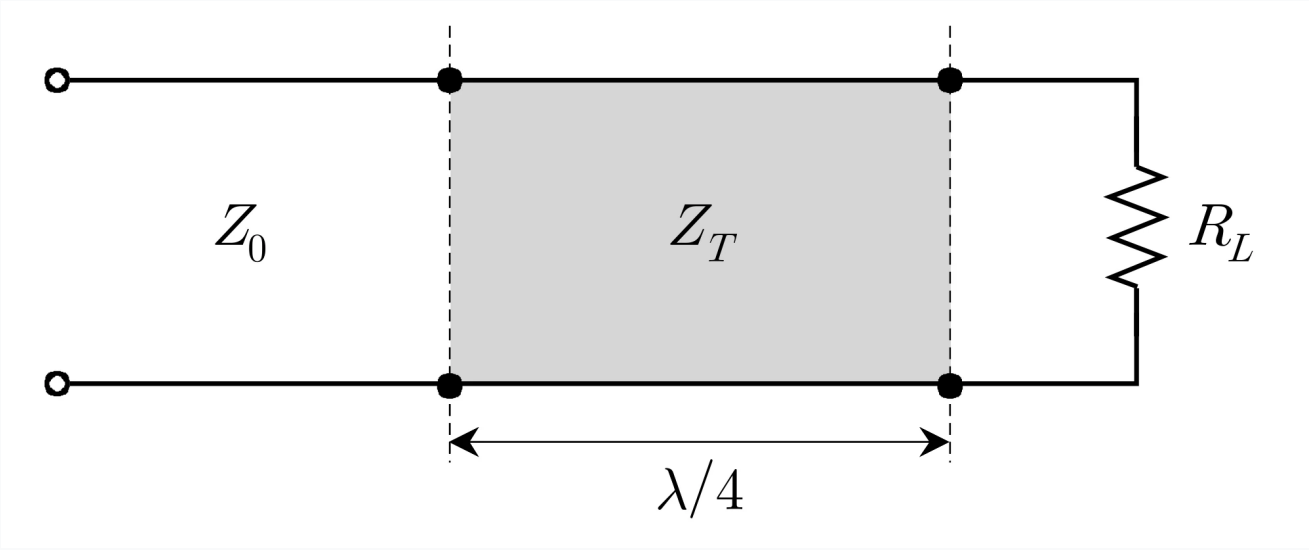
② X: 주파수 편이는 순간 주파수가 반송파의 중심 주파수에서 벗어나는 정도이다. FM의 주파수 감도를 k_f, 메시지 신호를 $m(t)$라 하면 순간 주파수는 $f_i(t) = f_c + k_f m(t)$이다. 따라서 메시지의 최대 진폭이 A_m일 때 최대 주파수 편이는 $\Delta f = k_f A_m$이며, **메시지 진폭과 변조기의 주파수 감도**로 결정된다. 반송파 주파수 f_c 자체가 편이를 결정하는 것은 아니다.

③ X: 단일 정현파 메시지의 주파수가 f_m일 때 FM 변조 지수는 $\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$이다. 즉, 최대 주파수 편이를 메시지 주파수로 나눈 값이므로 메시지의 주파수 특성과 무관하지 않다. 같은 최대 주파수 편이에서 **메시지 주파수가 높아지면 변조 지수는 작아진다**.

④ O: 간접 FM 방식에서는 위상 변조를 이용하여 협대역 FM 신호를 만든 다음 **주파수 체배기로 주파수 편이를 확대**하여 광대역 FM 신호를 얻는다. 체배율이 N이면 반송파 주파수와 최대 주파수 편이는 각각 N배가 되지만 메시지 주파수는 변하지 않는다. 따라서 단일 정현파 메시지의 변조 지수도 N배가 되어 협대역 FM을 광대역 FM으로 확장할 수 있다.

NoteBase

문 17. 그림과 같이 특성 임피던스(Z_0)가 50 [Ω]인 전송선로와 200 [Ω]의 부하저항(R_L)을 임피던스 정합하기 위하여, 중간에 임피던스가 Z_T이고 길이가 1/4 파장(λ)인 전송선로를 삽입하였다. 삽입된 전송선로의 임피던스 Z_T[Ω]는?



① 75

② 100

③ 125

④ 150

정답 2번

간단한 해설

1/4 파장 정합 선로의 특성 임피던스는 기존 선로의 특성 임피던스와 부하저항의 **기하평균**이다. 따라서 $Z_T = \sqrt{50 \cdot 200} = 100\Omega$이다.

NoteBase

계산 과정

그림에서 삽입된 구간의 길이는 $\lambda/4$이고, 오른쪽에는 부하저항 $R_L = 200\Omega$이 연결되어 있다. 구할 값은 이 구간의 특성 임피던스 Z_T이다.

삽입 선로를 무손실로 보는 1/4 파장 변성기에서는, 삽입 구간의 왼쪽에서 부하 쪽을 바라본 입력 임피던스가 $Z_{\text{in}} = \frac{Z_T^2}{R_L}$이다. 임피던스 정합을 하려면 이 값이 **기존 선로의 특성 임피던스와 같아야** 하므로 $Z_{\text{in}} = Z_0 = 50\Omega$를 적용한다.

정합 조건을 정리하면 $Z_T^2 = Z_0 R_L$이므로, 양의 특성 임피던스는 $Z_T = \sqrt{Z_0 R_L}$이다. 주어진 값을 대입하면 $Z_T = \sqrt{50 \cdot 200} = 100\Omega$이다.

이때 입력 임피던스는 $Z_{\text{in}} = \frac{100^2}{200} = 50\Omega$이 되어 기존 선로와 정합된다. 따라서 구한 100 Ω은 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 18. LTE 시스템의 상향 링크에서 사용되는 다중접속 방식은?

① OFDMA

② SC-FDMA

③ TDMA

④ CDMA

정답 2번

간단한 해설

LTE의 상향 링크는 단말이 기지국으로 송신하는 구간으로, **SC-FDMA**를 사용한다. OFDMA보다 피크 대 평균 전력비(PAPR)가 낮아 단말의 전력 효율을 높이는 데 유리하다.

공통 해설

LTE의 상향 링크는 단말에서 기지국으로 데이터를 보내는 구간이며, 이때 사용하는 다중접속 방식은 SC-FDMA(단일 반송파 주파수분할 다중접속)이다. 단말은 배터리와 송신전력에 제약이 있으므로 전력 효율이 중요하다. SC-FDMA는 단일 반송파의 특성을 가지며 OFDMA보다 **피크 대 평균 전력비(PAPR)가 낮다**. 이는 평균 전력에 비해 순간적으로 요구되는 최대 전력이 작다는 뜻으로, 단말의 전력증폭기를 효율적으로 동작시키는 데 유리하다. LTE에서 OFDMA는 기지국이 단말로 송신하는 **하향 링크**에 사용되므로 전송 방향을 구분해야 한다.

NoteBase

문 19. 셀룰러 이동통신에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기지국에서 단말기로의 통신 채널을 하향 링크라고 한다.

② 지향성 안테나를 사용하여 셀을 섹터로 분할하면 동일채널 간섭이 감소한다.

③ 주파수 재사용은 거리가 먼 기지국 간에 동일 주파수를 사용하는 기술을 말한다.

④ 단말기 대 단말기 간 직접적인 무선통신을 기반으로 한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '단말기 대 단말기 간 직접적인 무선통신'은 셀룰러 방식의 기본 구조를 잘못 설명한 것이다. 셀룰러 이동통신은 지역을 셀로 나누고, 단말기가 **기지국을 통해 통신**하는 구조를 기본으로 한다.

선지별 해설

① O: **기지국에서 단말기로** 신호가 전달되는 방향을 하향 링크라고 한다. 반대로 단말기에서 기지국으로 신호가 전달되는 방향은 상향 링크이다.

② O: 동일채널 간섭은 같은 주파수 채널을 사용하는 다른 통신의 신호 때문에 생기는 간섭이다. 지향성 안테나로 셀을 섹터로 나누면 특정 방향에 송수신을 집중하고 **다른 방향의 간섭 신호를 억제**할 수 있어 동일채널 간섭이 감소한다. 간섭이 완전히 없어지는 것은 아니다.

③ O: 주파수 재사용은 **공간적으로 떨어진 셀에서 같은 주파수 채널을 반복 사용**하는 것이다. 충분한 거리를 두면 전파의 거리 감쇠로 상호 간섭을 허용 수준으로 줄일 수 있으므로, 한정된 주파수로 더 많은 통신을 수용할 수 있다.

④ X: 셀룰러 이동통신은 서비스 지역을 셀로 나누고, 각 셀의 기지국이 단말기의 무선 접속을 담당하는 방식이다. 따라서 '단말기 대 단말기 간 직접적인 무선통신을 기반으로 한다'는 부분은 **'단말기와 기지국 간의 무선통신을 기반으로 한다'**로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 20. 펄스 레이더 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 펄스 반복 주파수가 작아질수록 최대 탐지 거리가 커진다.

② 듀티 사이클은 펄스 폭이 작을수록 작아진다.

③ 탐지거리의 정확성을 높이기 위해 펄스의 주기는 신호의 왕복시간보다 작아야 한다.

④ 평균 전력과 피크 전력의 관계는 펄스 폭과 펄스 반복 주기에 따라 결정된다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '왕복시간보다 작아야 한다'는 '왕복시간보다 커야 한다'로 고쳐야 한다. 반사파가 **다음 펄스를 보내기 전에 돌아와야** 어느 송신 펄스의 반사파인지 혼동하지 않고 거리를 측정할 수 있다.

선지별 해설

펄스 레이더는 전파를 짧게 송신한 뒤 반사파가 돌아오는 시간을 측정한다. 펄스 반복 주기를 T, 펄스 반복 주파수를 f_p, 펄스 폭을 τ, 전파의 속력을 c라 하면 $T = \frac{1}{f_p}$이다.

① O: 여기서 최대 탐지 거리는 **거리 모호성 없이 측정할 수 있는 최대 거리**를 뜻한다. 다음 펄스를 보내기 전까지 전파가 표적에 갔다가 돌아와야 하므로 그 한계는 $R_u = \frac{cT}{2} = \frac{c}{2f_p}$이다. 2로 나누는 것은 왕복 거리를 편도 거리로 바꾸기 때문이다. 펄스 반복 주파수가 작아지면 주기가 길어져 이 거리가 커진다.

② O: 듀티 사이클 D는 전체 시간 중 실제로 전파를 송신하는 시간의 비율로, $D = \frac{\tau}{T}$이다. **펄스 반복 주기가 일정할 때** 펄스 폭이 작아지면 한 주기 중 송신 시간이 차지하는 비율도 작아진다.

③ X: 반사파가 돌아오기 전에 다음 펄스를 보내면 어느 펄스에서 생긴 반사파인지 혼동하여 거리를 잘못 측정할 수 있다. 이를 피하려면 펄스 반복 주기는 **측정할 표적까지의 신호 왕복시간보다 커야 한다**. 선지는 이 크기 관계를 반대로 설명했다.

④ O: 피크 전력이 일정한 직사각형 펄스를 반복해서 송신하면 한 주기의 송신 에너지는 $P_{peak}\tau$이다. 이를 주기 T로 나눈 평균 전력은 $P_{avg} = P_{peak}\frac{\tau}{T}$이다. 따라서 **평균 전력은 피크 전력에 듀티 사이클을 곱한 값**이며, 두 전력의 비는 펄스 폭과 반복 주기로 결정된다.

NoteBase