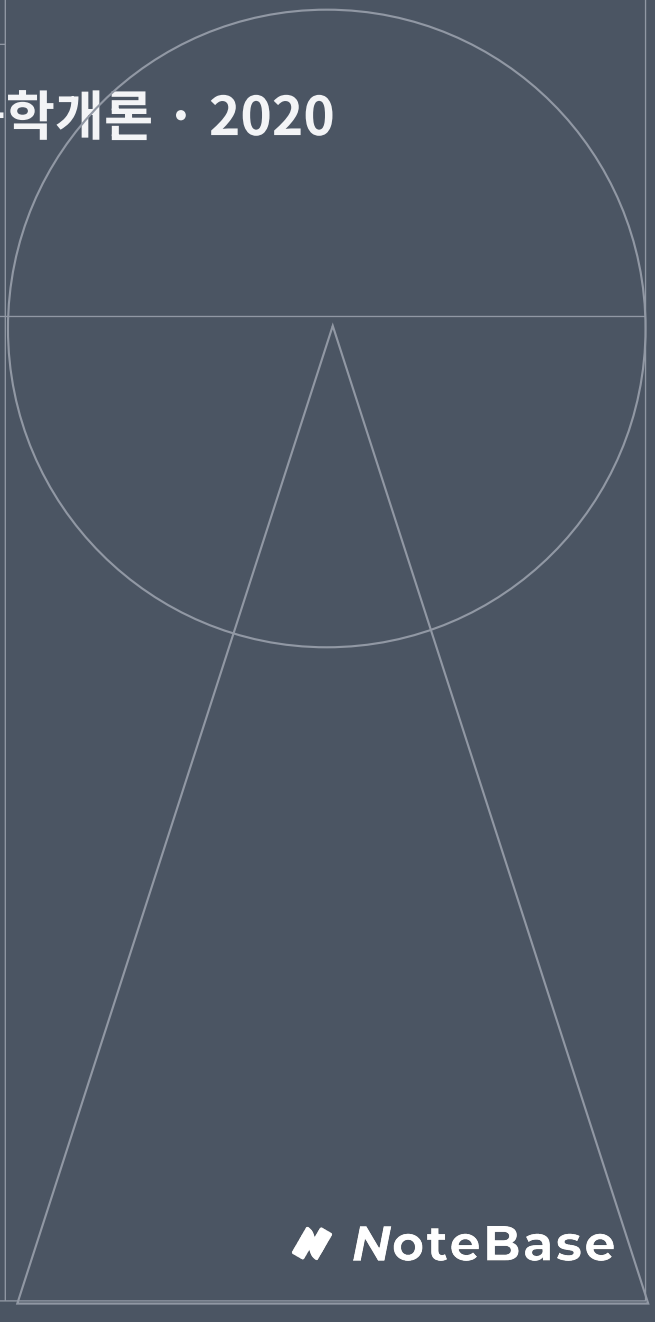
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2020

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2020

문 1. FM에서 기저대역 신호의 대역폭이 100 [kHz]이고 최대 주파수 편이(frequency deviation)가 75 [kHz]일 때, 카슨(Carson) 법칙에 의한 대역폭[kHz]은?

① 250

② 300

③ 350

④ 400

정답 3번

간단한 해설

카슨 법칙은 **최대 주파수 편이와 기저대역 대역폭의 합을 2배**하여 FM 신호의 대역폭을 근사한다. 따라서 2 × (75 + 100) = 350 kHz이다.

계산 과정

기저대역 신호의 대역폭은 최고 변조 주파수 $f_m = 100\text{kHz}$에 해당하고, 최대 주파수 편이는 $\Delta f = 75\text{kHz}$이다. 구할 값은 변조된 FM 신호의 전체 대역폭 B이며, 두 입력값의 단위가 모두 kHz이므로 단위 변환은 필요 없다.

카슨 법칙에 따르면 FM 신호의 대역폭은 $B \approx 2(\Delta f + f_m)$이다. 최대 주파수 편이에 최고 변조 주파수를 더해 한쪽 주파수 범위를 근사하고, **반송파의 위쪽과 아래쪽을 모두 포함**하도록 2배한다.

두 값을 더하면 75 + 100 = 175 kHz로, 카슨 법칙으로 구하는 전체 대역폭의 절반에 해당한다. 따라서 B ≈ 2 × 175 = 350 kHz이며, 선택지 ③의 350에 해당한다.

NoteBase

문 2. 저궤도 위성을 정지궤도 위성과 비교한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 핸드오버 복잡도가 정지궤도 위성에 비해 높다.

② 신호 송수신 지연 시간이 정지궤도 위성에 비해 짧다.

③ 예상 수명이 정지궤도 위성에 비해 길다.

④ 서비스를 위한 위성의 수가 정지궤도 위성에 비해 많다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '예상 수명이 길다'는 설명과 달리, 저궤도 통신위성은 일반적으로 정지궤도 통신위성보다 **예상 수명이 짧다**. 저궤도에서는 대기 항력에 따른 궤도 저하와 이를 보정하기 위한 추진제 소모 등이 수명을 제한한다.

선지별 해설

① O: 핸드오버는 통신을 유지하면서 연결 위성이나 빔을 바꾸는 절차이다. 저궤도 위성은 지상에서 볼 때 빠르게 이동하므로 통신 가능한 위성이 계속 바뀌어 **빈번한 핸드오버**가 필요하다. 지상에서 거의 고정되어 보이는 정지궤도 위성보다 연결 전환과 관리가 복잡하다.

② O: 저궤도 위성은 정지궤도 위성보다 지표면에 가까워 **신호의 이동 거리가 짧다**. 신호가 진행하는 속도는 거의 같으므로, 지상과 위성 사이를 오가는 데 걸리는 전파 지연 시간이 짧다.

③ X: 일반적인 저궤도 통신위성은 정지궤도 통신위성보다 **예상 수명이 짧다**. 저궤도에서는 희박한 대기의 항력으로 궤도가 낮아지며, 이를 보정하는 데 추진제가 소모되어 수명을 제한하는 요인이 된다. 따라서 '길다'를 '짧다'로 고쳐야 한다.

④ O: 고도가 낮은 저궤도 위성은 **위성 하나가 담당하는 지상 범위가 좁다**. 또한 위성이 이동하여 한 지역에서 통신할 수 있는 시간이 제한되므로, 같은 범위에 연속적인 서비스를 제공하려면 정지궤도 방식보다 많은 위성을 배치해야 한다.

NoteBase

문 3. 무선통신 시스템에서 송신전력이 100 [W]이고 수신전력이 0.1 [mW]이면, 채널에서의 경로손실[dB]은? (단, 시스템에 의한 손실은 무시한다)

① 40

② 60

③ 80

④ 100

정답 2번

간단한 해설

경로손실은 **송신전력과 수신전력의 비**를 데시벨로 나타낸 값이다. 두 전력을 같은 단위로 맞추면 송신전력이 수신전력의 100만 배이므로 경로손실은 60 dB이다.

계산 과정

시스템에 의한 손실을 무시하므로, 주어진 송신전력과 수신전력의 차이를 채널의 경로손실로 본다. 송신전력을 P_t, 수신전력을 P_r라 하면 경로손실은 $L = 10\log_{10}\left(\frac{P_t}{P_r}\right)$ dB이다. **전력비**를 데시벨로 바꾸므로 상용로그에 10을 곱한다.

전력비를 구하기 전에 **두 전력의 단위를 W로 통일**한다. 송신전력은 100 W이고, 수신전력은 $0.1\text{mW} = 10^{-4}\text{W}$이다.

전력비는 $\frac{P_t}{P_r} = \frac{100}{10^{-4}} = 10^6$이다. 이는 수신전력이 송신전력의 100만 분의 1로 줄었다는 뜻이다.

따라서 $L = 10\log_{10}(10^6) = 10 \cdot 6 = 60$ dB이며, ②의 60에 해당한다.

NoteBase

문 4. 낮은 주파수의 기저대역 신호를 멀리 보내기 위해 반송파의 진폭이나 주파수 또는 위상에 신호를 실어 보내는 기법은?

① 포매팅

② 소스코딩

③ 변조

④ 채널코딩

정답 3번

간단한 해설

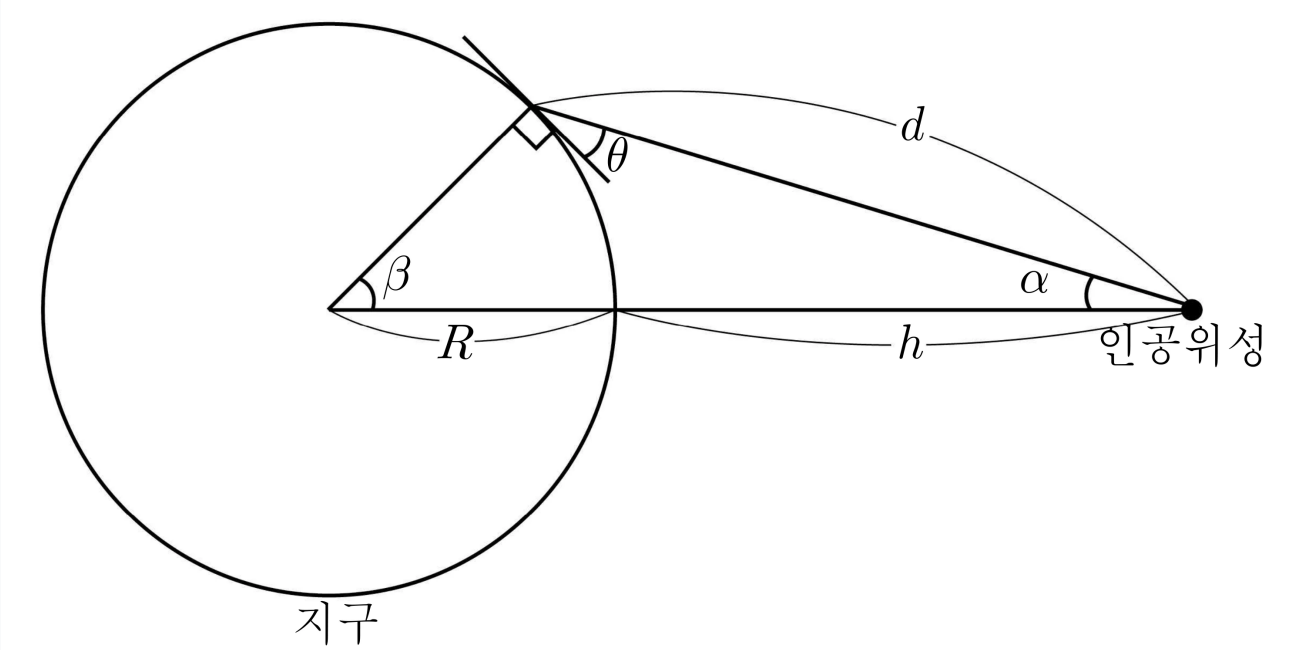
기저대역 신호에 따라 **반송파의 진폭·주파수·위상 중 하나를 변화**시켜 정보를 싣는 기법이 변조이다.

공통 해설

변조는 전달하려는 기저대역 신호에 따라 반송파의 특성을 변화시켜 정보를 싣는 과정이다. 여기서 반송파는 정보를 실어 보내는 데 사용하는 고주파 신호이며, 정보를 반영하여 바꾸는 특성은 **진폭·주파수·위상**이다. 예를 들어 기저대역 신호의 크기 변화에 따라 반송파의 진폭을 바꾸는 방식은 진폭변조이다. 문제에서 말하는 '반송파의 진폭이나 주파수 또는 위상에 신호를 실어 보내는' 과정은 이러한 변조의 정의에 해당한다.

NoteBase

문 5. 다음 그림에서 위성으로부터 가장 먼 지구국까지의 거리(d)는? (단, R는 지구의 반지름, h는 위성의 고도, β는 중심각, θ는 지구국의 최소 앙각이며 $0^\circ < \theta < 90^\circ$이다)



① $\frac{R\sin\beta}{\sin\alpha}$
② $\frac{h\sin\beta}{\sin\alpha}$
③ $\frac{R\cos\beta}{\cos\alpha}$
④ $\frac{h\cos\beta}{\cos\alpha}$

정답 1번

간단한 해설

지구 중심·지구국·위성을 이은 삼각형에서 **중심각 β의 맞은편 변은 거리 d**이고, 위성 쪽 각 α의 맞은편 변은 지구 반지름 R이다. 사인법칙을 적용하면 $d = \frac{R\sin\beta}{\sin\alpha}$이다.

NoteBase

계산 과정

지구 중심을 O, 그림의 지구국을 E, 위성을 S라 하자. 구하려는 거리는 ES = d이고, OE = R, OS = R + h이다. 최소 앙각 조건을 만족하는 지구국 중 위성과 가장 먼 지점에서는 앙각이 θ가 된다.

지구국 E에서 지표면의 접선은 반지름 OE와 수직이다. 앙각 θ는 접선과 위성을 향하는 선분 ES가 이루는 각이므로, 삼각형 OES의 E 쪽 내각은 $90^\circ + \theta$이다. 나머지 두 내각은 그림에 표시된 중심각 β와 위성 쪽 각 α이며, $\alpha + \beta = 90^\circ - \theta$를 만족한다.

사인법칙은 삼각형에서 각 변의 길이를 그 **맞은편 각의 사인값**으로 나눈 비가 같다는 관계이다. d의 맞은편 각은 β, R의 맞은편 각은 α이므로 $\frac{d}{\sin\beta} = \frac{R}{\sin\alpha}$이다. 여기서 α와 마주 보는 변은 지구 중심에서 지구국까지의 반지름 R이며, 위성의 고도 h가 아니다.

양변에 $\sin\beta$를 곱하면 $d = \frac{R\sin\beta}{\sin\alpha}$가 된다. 사인값의 비는 단위가 없으므로 d의 길이 단위는 R의 단위와 같다. 이 식은 ①과 일치한다.

NoteBase

문 6. 위성통신에서 사용되는 주파수 대역에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 상향 링크와 하향 링크의 대역을 분리해 양방향 통신이 가능하다.

② 전리층에서 반사나 흡수가 문제되지 않는 대역을 사용한다.

③ 정지궤도 위성에서는 도플러 천이 특성이 거의 나타나지 않는다.

④ 일반적으로 지구국보다 위성이 높은 주파수로 신호를 송출한다.

정답 4번

간단한 해설

④는 상향 링크와 하향 링크의 일반적인 주파수 관계를 반대로 설명했다. 일반적인 통신위성에서는 **지구국이 송출하는 상향 링크의 주파수가 더 높고**, 위성이 송출하는 하향 링크의 주파수가 더 낮다.

선지별 해설

① O: 상향 링크는 지구국에서 위성으로, 하향 링크는 위성에서 지구국으로 신호를 보내는 경로이다. 두 경로에 **서로 다른 주파수 대역**을 배정하면 송신 신호와 수신 신호를 주파수로 분리할 수 있어 상호 간섭을 줄이면서 양방향 통신을 할 수 있다.

② O: 위성과 지구국 사이의 전파는 전리층을 통과해야 하므로, 전리층의 반사나 흡수로 전달이 크게 방해받지 않는 대역을 사용한다. 대표적으로 사용하는 **마이크로파는 전리층을 투과**하므로 전리층 반사를 이용하는 단파 통신과 구별된다. 다만 전리층에 의한 지연이나 신틸레이션 같은 영향까지 전혀 없다는 뜻은 아니다.

③ O: 도플러 천이는 송신기와 수신기 사이의 거리가 변할 때 수신 주파수가 달라지는 현상이다. 정지궤도 위성은 지구의 자전과 같은 방향·각속도로 공전하여 고정된 지구국에서 보이는 위치가 거의 일정하다. 따라서 **위성과 고정 지구국 사이의 거리 변화가 거의 없어** 도플러 천이가 매우 작다.

④ X: 일반적인 통신위성에서는 **상향 링크의 주파수를 하향 링크보다 높게** 사용한다. 예를 들어 C대역 위성통신은 지구국에서 위성으로 약 6 GHz, 위성에서 지구국으로 약 4 GHz를 사용한다. 따라서 '위성이 높은 주파수로 신호를 송출한다'는 표현은 '지구국이 위성보다 높은 주파수로 신호를 송출한다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 7. 어떤 현악기가 낼 수 있는 소리의 최대 주파수가 5[kHz]이다. 이 악기로 3분 20초 동안 연주된 곡을 에일리어싱(aliasing)이 발생하지 않도록 표본화하고, 각 표본을 16비트로 변환하여 저장할 때 필요한 최소 데이터 용량[MByte]은?

① 3

② 4

③ 5

④ 6

정답 2번

간단한 해설

최대 주파수의 **2배인 10 kHz**를 최소 표본화 주파수로 사용한다. 200초 동안 얻은 표본을 각각 16비트로 저장하면 필요한 용량은 **4 MByte**이다.

계산 과정

최소 표본화 주파수: 표본화 정리에 따라 최대 주파수 $f_{\max}$인 신호의 에일리어싱을 피하려면 **최대 주파수의 2배**를 기준으로 표본화한다. 최소 표본화 주파수는 $f_s = 2f_{\max}$이므로 $2 \times 5 = 10$ kHz이다. 이는 1초에 10,000개의 표본을 얻는다는 뜻이다.

전체 표본 수: 연주 시간은 $3 \times 60 + 20 = 200$초이다. 따라서 전체 표본 수는 $10{,}000 \times 200 = 2{,}000{,}000$개이다.

데이터 용량: 각 표본을 16비트로 저장하므로 전체 데이터는 $2{,}000{,}000 \times 16 = 32{,}000{,}000$비트이다. **1 Byte = 8비트**이므로 $\frac{32{,}000{,}000}{8} = 4{,}000{,}000$ Byte이다. 이 문제의 단위 환산인 1 MByte = 1,000,000 Byte를 적용하면 최소 용량은 4 MByte이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 8. 자유공간에서 전파되는 전자파에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전자파가 전파되는 도중 장애물을 만나 반사, 회절, 산란 등에 의해 분산되고, 이 분산된 신호들 중 두 개 이상이 서로 다른 경로를 통하여 수신기에 도달하는 현상을 다중경로 페이딩 (multipath fading)이라 한다.

② 이동하는 송수신기의 상대적인 방향에 따라 수신 주파수가 변하는 현상을 도플러 효과라고 한다.

③ 전계가 시간적으로 변화하면 그 주위에는 자계의 회전이 생긴다.

④ 안테나에서 방사된 전파는 항상 지표면과 수평 방향으로 진행한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '항상 지표면과 수평 방향'이라는 한정이 잘못되었다. 전파는 **안테나의 방사 패턴과 설치 방향**에 따라 지표면에 대해 기울어진 방향으로도 진행할 수 있다.

선지별 해설

① O: 반사·회절·산란으로 생긴 신호들이 서로 다른 경로를 거쳐 수신되면, 경로 길이의 차이 때문에 도착 시간과 위상이 달라진다. 이 신호들이 겹칠 때 서로 강화되거나 상쇄되어 수신 신호의 세기가 달라지는 것이 **다중경로 페이딩**이다. 예를 들어 직접 도달한 신호와 건물에 반사되어 도달한 신호가 반대 위상으로 겹치면 수신 신호가 약해진다.

② O: 송신기와 수신기의 상대운동으로 수신 주파수가 달라지는 현상이 도플러 효과이다. 서로 접근하면 수신 주파수가 높아지고, 서로 멀어지면 낮아진다. 이때 주파수 변화는 단순한 이동 속력뿐 아니라 **전파 진행 방향에 대한 상대속도 성분**에 따라 달라지므로 이동 방향도 영향을 준다.

③ O: 시간에 따라 변하는 전계는 **변위전류**에 해당하는 효과를 내어 자계의 회전과 연결된다. 이는 앙페르-맥스웰 법칙의 내용으로, 도선에 흐르는 전도전류가 없어도 성립한다. 여기서 '자계의 회전'은 자계의 공간적 순환 성질을 뜻한다.

④ X: 전파의 진행 방향은 지표면을 기준으로 항상 수평으로 정해지는 것이 아니다. 안테나는 방사 패턴에 따라 여러 방향으로 전파를 방사하며, 설치 방향에 따라서도 전파가 강하게 방사되는 방향이 달라진다. 따라서 '항상 지표면과 수평 방향으로 진행한다'는 표현은 **'안테나의 방사 특성에 따라 지표면에 대해 기울어진 방향으로도 진행할 수 있다'**로 고쳐야 한다. 예를 들어 지상 안테나가 상공의 위성을 향해 보내는 전파는 지표면에 대해 비스듬히 진행할 수 있다.

NoteBase

문 9. 레이더에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 표적까지의 거리는 신호가 표적에 도달하고 귀환하는 데 걸린 시간으로 구할 수 있다.

② 표적의 방향은 귀환신호의 도착 각도로 구할 수 있다.

③ 표적의 방향을 찾기 위하여 일반적으로 광대역 지향성 안테나를 사용한다.

④ 표적의 속도는 귀환신호에 발생된 도플러 천이로 구할 수 있다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '광대역'은 안테나가 동작하는 주파수 범위가 넓다는 뜻이다. 표적의 방향을 정밀하게 구별하는 데 중요한 특성은 **좁은 빔폭과 높은 지향성**이다.

선지별 해설

① O: 송신한 전파가 표적에 반사되어 돌아올 때까지의 시간을 측정하면 거리를 구할 수 있다. 전파 속도를 c, 왕복 시간을 Δt, 표적까지의 거리를 R이라 하면 $R = \frac{c\Delta t}{2}$이다. 측정 시간은 **왕복에 걸린 시간**이므로 전파가 이동한 거리를 2로 나눈다. c를 m/s, 시간을 s로 넣으면 거리는 m로 구해진다.

② O: 반사파가 안테나에 들어오는 **도착 방향**으로 표적의 방위각이나 고각을 구할 수 있다. 지향성 안테나로 주사하는 레이더에서는 반사파가 검출될 때의 안테나 지향 방향을 이용하여 표적의 방향을 판단한다.

③ X: 표적의 방향을 정밀하게 찾으려면 일반적으로 **빔폭이 좁은 고지향성 안테나**를 사용한다. 좁은 각도 범위의 반사파를 구별해 받아야 서로 가까운 방향에 있는 표적을 분리하기 쉽다. '광대역'은 동작 가능한 주파수 범위가 넓다는 뜻이며, 방향을 구별하는 빔폭과는 다른 특성이다. 따라서 선지의 '광대역 지향성 안테나'는 '빔폭이 좁은 고지향성 안테나'로 고쳐야 한다.

④ O: 표적과 레이더 사이의 거리가 변하면 귀환신호의 주파수가 송신 주파수에서 벗어나는 도플러 천이가 발생한다. 그 크기로 **시선 방향의 상대속도인 방사속도**를 구할 수 있다. 접근할 때는 귀환 주파수가 높아지고 멀어질 때는 낮아지며, 시선에 수직인 운동 성분은 도플러 천이만으로 직접 측정되지 않는다.

NoteBase

문 10. 반송파 전송 양측파대(DSB-TC) 변조방식에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 반송파 억압 양측파대(DSB-SC) 변조방식보다 전력 효율이 낮다.
ㄴ. 잔류측파대(VSB) 변조방식보다 좁은 채널 대역폭을 사용한다.
ㄷ. 단측파대(SSB) 변조방식보다 넓은 채널 대역폭을 사용한다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

간단한 해설

DSB-TC는 정보가 실린 측파대와 함께 **정보를 담지 않는 반송파에도 전력을 사용**한다. 또한 양쪽 측파대를 모두 전송하므로, 한쪽 측파대만 전송하는 SSB보다 **두 배의 대역폭**이 필요하다.

보기별 해설

전력 효율은 전체 송신 전력 중 정보를 담은 성분에 쓰이는 전력의 비율이다. 채널 대역폭은 동일한 원신호를 전송하는 조건에서 비교한다.

ㄱ. O: DSB-TC는 정보를 담은 상·하측파대뿐 아니라 반송파도 전송한다. 반송파 자체에는 정보가 없으므로 반송파 전력은 정보 전달에 직접 기여하지 않는다. DSB-SC는 이 반송파를 억압하므로, DSB-TC는 DSB-SC보다 **전력 효율이 낮다**.

ㄴ. X: DSB-TC는 상·하측파대를 모두 온전히 전송한다. VSB는 한쪽 측파대 전체와 다른 쪽 측파대의 일부만 남겨 전송하므로 필요한 대역폭이 줄어든다. 따라서 DSB-TC는 VSB보다 **넓은 채널 대역폭**을 사용하며, '좁은'을 '넓은'으로 고쳐야 한다.

ㄷ. O: SSB는 동일한 정보를 담은 두 측파대 중 한쪽만 전송한다. 원신호의 대역폭을 B라 하면 SSB에 필요한 대역폭은 B이고, 양쪽 측파대를 모두 전송하는 DSB-TC에 필요한 대역폭은 2B이다. 따라서 DSB-TC는 SSB보다 **두 배의 대역폭**을 사용한다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄷ이므로 ②의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 11. 10 [ms] 동안 16-PSK 심벌 10개가 전송될 때, 보오율[baud]과 비트율[bps]은?

① 보오율: 1,000, 비트율: 2,000

② 보오율: 1,000, 비트율: 4,000

③ 보오율: 2,000, 비트율: 4,000

④ 보오율: 2,000, 비트율: 8,000

정답 2번

간단한 해설

보오율은 **1초당 전송하는 심벌 수**이므로 10 ms 동안 10개를 보내면 1,000 baud이다. 16-PSK는 **심벌당 4비트**를 나타내므로 비트율은 4,000 bps이다.

계산 과정

보오율: 보오율 R_s는 **1초당 전송하는 심벌 수**이다. 전송 시간은 t = 10 ms = 0.010 s이고, 이 시간 동안 전송한 심벌 수는 N = 10이므로 $R_s = \frac{N}{t} = \frac{10}{0.010} = 1{,}000$ baud이다. 이는 1초에 심벌 1,000개를 전송하는 속도이다.

심벌당 비트 수: 16-PSK는 서로 다른 16개의 위상 상태로 심벌을 구분한다. 한 심벌에 k비트를 대응시키면 2^k개의 비트 조합을 나타낼 수 있다. 따라서 $2^4 = 16$인 16-PSK에서는 **한 심벌이 4비트에 대응**한다.

비트율: 비트율 R_b는 1초당 전송하는 비트 수이므로, 심벌 전송 속도에 심벌당 비트 수를 곱한 $R_b = R_s \cdot k$로 구한다. 따라서 1,000 × 4 = 4,000 bps이다.

보오율 1,000 baud와 비트율 4,000 bps의 조합은 ②와 일치한다.

NoteBase

문 12. 위성으로부터 지구국으로 전파된 신호의 수신전력에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 수신 안테나의 이득에 비례한다.

② 송신 안테나의 이득에 비례한다.

③ 송수신기 간 거리의 제곱에 비례한다.

④ 신호 파장의 제곱에 비례한다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '거리의 제곱에 비례한다'는 표현은 비례 관계를 거꾸로 설명한 것이다. 다른 조건이 같으면 자유공간에서 수신전력은 **송수신기 간 거리의 제곱에 반비례**하므로, 거리가 2배가 되면 수신전력은 1/4로 줄어든다.

선지별 해설

자유공간의 원거리 전파에서 안테나의 방향과 편파가 맞고 추가 손실을 무시하면, 프리스 전송식은 $P_r = P_t G_t G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi R}\right)^2$이다. 여기서 P_r은 수신전력, P_t는 송신전력, G_t와 G_r은 각각 상대 안테나 방향의 송신·수신 안테나 이득, λ는 파장, R은 송수신기 간 거리이다. 이득은 dB가 아닌 선형값을 사용하며, 각 비례 관계는 다른 변수들을 일정하게 두고 판단한다.

① O: 수신 안테나 이득이 커지면 같은 세기의 입사 전파에서 받아들이는 전력이 커진다. 프리스 전송식에서 수신 안테나 이득은 곱해지는 항이므로 수신전력은 **수신 안테나 이득에 비례**한다.

② O: 송신 안테나 이득이 커지면 같은 송신전력으로 지구국 방향에 더 큰 전력밀도를 만들 수 있다. 따라서 수신전력은 **송신 안테나 이득에 비례**한다.

③ X: 전파가 퍼지는 면적은 거리의 제곱에 따라 커지므로, 같은 송신전력에서 단위 면적당 전력은 줄어든다. 따라서 '거리의 제곱에 비례한다'를 **'거리의 제곱에 반비례한다'**로 고쳐야 한다. 예를 들어 다른 조건이 같을 때 거리가 2배가 되면 수신전력은 1/4이 된다.

④ O: 송신전력·양쪽 안테나 이득·거리를 일정하게 두면 프리스 전송식의 파장 제곱 항에 따라 수신전력이 달라진다. 따라서 이 조건에서 수신전력은 **파장의 제곱에 비례**한다. 파장이 2배가 되면 수신전력은 4배가 된다.

NoteBase

문 13. 신호 $x(t) = 10\cos(200\pi t + \frac{\pi}{2})$의 순시 주파수[Hz]는?

① 100

② 200

③ 100π

④ 200π

정답 1번

간단한 해설

순시 주파수는 **위상의 시간 변화율을 2π로 나눈 값**이다. 위상 $200\pi t + \frac{\pi}{2}$의 시간 변화율은 200π rad/s이므로 순시 주파수는 100 Hz이다.

계산 과정

주어진 신호의 위상은 $\theta(t) = 200\pi t + \frac{\pi}{2}$이다. 순시 각주파수는 위상을 시간으로 미분한 $\omega_i(t) = \frac{d\theta(t)}{dt}$이며, 위상이 얼마나 빠르게 변하는지를 rad/s 단위로 나타낸다.

위상을 미분하면 $\omega_i(t) = 200\pi$ rad/s이다. **초기 위상은 상수이므로 미분하면 0**이 되어 순시 각주파수에 영향을 주지 않는다. 따라서 이 신호의 순시 각주파수는 시간에 관계없이 일정하다.

한 주기는 2π rad이므로 Hz 단위의 순시 주파수는 각주파수를 2π로 나누어 구한다. $f_i(t) = \frac{\omega_i(t)}{2\pi} = \frac{200\pi}{2\pi} = 100$ Hz이므로 ①의 100에 해당한다.

NoteBase

문 14. 코사인 함수로 표현되는 메시지 신호의 진폭이 4[V]이고 반송파의 진폭이 2[V]일 때, 상측 단측파대(SSB) 변조된 신호 진폭의 최댓값[V]은?

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 4번

간단한 해설

상측 단측파대는 두 신호를 곱해 얻은 성분 중 **합 주파수 성분만** 남긴 것이다. 그 진폭은 $\frac{A_m A_c}{2}$이므로, 주어진 진폭을 대입하면 최댓값은 4 V이다.

계산 과정

메시지 신호의 진폭을 $A_m = 4\text{V}$, 반송파의 진폭을 $A_c = 2\text{V}$라 한다. 두 신호는 각각 $m(t) = A_m \cos(\omega_m t)$, $c(t) = A_c \cos(\omega_c t)$로 나타낼 수 있다. 여기서 ω_m과 ω_c는 메시지와 반송파의 각주파수이다.

두 신호를 곱하면 코사인 곱을 합으로 바꾸는 공식에 따라 합 주파수와 차 주파수 성분으로 나뉜다. 이때 **각 측파대의 진폭은 두 진폭 곱의 절반**이므로 $\frac{A_m A_c}{2} = \frac{4 \cdot 2}{2} = 4\text{V}$이다. 이는 상측과 하측 측파대 각각의 진폭이다.

상측 SSB에서는 하측 성분을 제거하고 합 주파수 성분만 남기므로 $s_{\text{USB}}(t) = 4\cos[(\omega_c + \omega_m)t]$이다. 코사인 함수의 최댓값이 1이므로 신호의 최댓값은 4 V이며, ④의 4에 해당한다.

NoteBase

문 15. 차량의 속도를 측정하기 위해 10 [GHz]에서 동작하는 레이더가 있다. 차량이 108 [km/h]의 속도로 레이더에 일직선 방향으로 접근하고 있을 때, 레이더에서 측정된 도플러 천이[Hz]는? (단, 레이더 전파의 속도는 3×10^8 [m/s]이다)

① 100

② 200

③ 1,000

④ 2,000

정답 4번

간단한 해설

레이더는 차량에서 반사되어 돌아온 전파를 받으므로 **왕복 경로에 따른 2배 효과**를 반영해야 한다. 차량이 일직선으로 접근할 때 수신 주파수는 송신 주파수보다 2,000 Hz 높아진다.

계산 과정

송신 주파수는 $f_0 = 10\text{GHz} = 10^{10}\text{Hz}$, 전파 속도는 $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$이다. 차량 속도를 m/s로 바꾸면 $v = 108 \cdot \frac{1,000}{3,600} = 30\text{m/s}$이다. 차량이 레이더에 일직선으로 접근하므로 이 속도 전체가 레이더 방향의 속도이다.

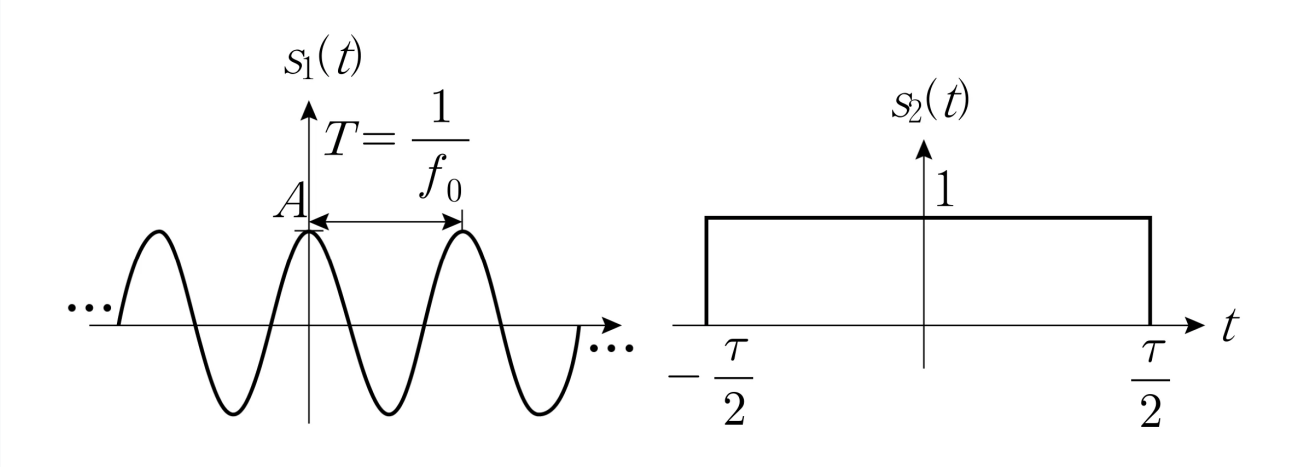
파장 λ는 전파가 한 주기 동안 진행하는 거리이므로 $\lambda = \frac{c}{f_0}$이다. 주어진 값을 대입하면 $\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{10^{10}} = 0.03\text{m}$이다.

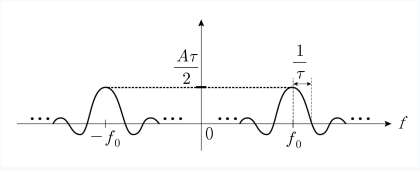
차량이 레이더 쪽으로 1 m 이동하면 전파가 가는 거리와 돌아오는 거리가 각각 1 m씩 줄어 **왕복 경로는 2 m 짧아진다**. 따라서 차량 속도가 전파 속도보다 매우 작은 이 문제에서는 도플러 천이의 크기에 근사식 $f_D = \frac{2v}{\lambda}$를 적용한다. 여기서 f_D는 수신 주파수와 송신 주파수의 차이이며, 접근할 때는 수신 주파수가 더 높다.

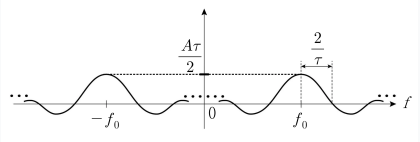
속도와 파장을 대입하면 $f_D = \frac{2 \cdot 30}{0.03} = 2,000\text{Hz}$이다. 이는 수신 주파수가 송신 주파수보다 초당 2,000회 더 진동한다는 뜻이며, ④의 2,000 Hz에 해당한다.

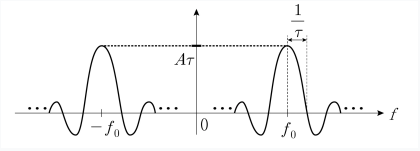
NoteBase

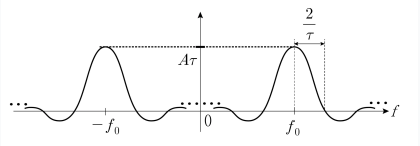
문 16. 다음 정현파 $s_1(t)$와 구형파 $s_2(t)$가 혼합기에서 서로 곱해진 후 출력될 때, 출력 신호의 스펙트럼은? (단, $T \ll \tau$이다)



① 

② 

③ 

④ 

정답 1번

간단한 해설

폭이 τ인 직사각 펄스의 스펙트럼은 sinc 모양이며, 정현파와 곱하면 그 모양이 $\pm f_0$로 이동한다. 두 봉우리의 높이는 각각 약 $\frac{A\tau}{2}$이고, **중심에서 첫 영점까지의 간격**은 $\frac{1}{\tau}$이다.

NoteBase

계산 과정

입력 신호와 조건: 그림의 정현파는 t = 0에서 최댓값 A를 가지므로 $s_1(t) = A\cos(2\pi f_0 t)$이고, $f_0 = \frac{1}{T}$이다. $s_2(t)$는 $-\frac{\tau}{2}$부터 $\frac{\tau}{2}$까지 높이가 1이고 그 밖에서는 0인 **폭 τ의 단일 직사각 펄스**이다. 따라서 출력 $y(t) = s_1(t)s_2(t)$는 이 구간에서만 남는 정현파이다.

직사각 펄스의 변환: 주파수 f를 사용하는 푸리에 변환에서 $S_2(f) = \tau\mathrm{sinc}(\tau f)$이다. 여기서 $\mathrm{sinc}(x) = \frac{\sin(\pi x)}{\pi x}$이고, x = 0에서의 값은 극한으로 1이다. 따라서 중심값 $S_2(0) = \tau$는 펄스의 면적에 해당한다. 중심 양쪽의 첫 영점은 $f = \pm\frac{1}{\tau}$에 생긴다.

정현파와의 곱셈: 코사인은 양·음 주파수 성분으로 나뉘며 각 성분의 계수는 $\frac{A}{2}$이다. 따라서 시간 영역에서의 곱셈은 펄스 스펙트럼을 양쪽으로 이동시켜 더하는 것과 같아, $Y(f) = \frac{A}{2}[S_2(f - f_0) + S_2(f + f_0)]$가 된다. 즉, 원래 중심이 0인 sinc 모양이 f_0와 $-f_0$에 하나씩 놓이고, 각 성분의 중심값은 $\frac{A\tau}{2}$가 된다.

스펙트럼의 높이와 폭: $T \ll \tau$이므로 $f_0 = \frac{1}{T} \gg \frac{1}{\tau}$이다. 따라서 두 주엽은 서로 멀리 떨어져 있고, 각 봉우리 부근에서 다른 sinc 성분의 영향은 작다. 봉우리 높이는 약 $\frac{A\tau}{2}$이며, 각 sinc 성분의 중심에서 첫 영점까지의 간격은 $\frac{1}{\tau}$이다. **양쪽 첫 영점 사이의 전체 주엽 폭**은 $\frac{2}{\tau}$이므로 두 간격을 구별해야 한다. τ를 초 단위로 쓰면 이 주파수 간격의 단위는 Hz이다.

선택지 연결: $\pm f_0$에 sinc 모양의 봉우리가 있고, 높이가 $\frac{A\tau}{2}$, 중심에서 한쪽 첫 영점까지의 간격이 $\frac{1}{\tau}$로 표시된 ①의 스펙트럼과 일치한다.

NoteBase

문 17. 지구 주위를 선회하는 인공위성에 적용된 케플러 법칙(Kepler’s laws)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 위성의 궤도는 타원이며, 이때 지구는 한 초점에 위치한다.

② 위성과 지구 사이의 거리에 따라 위성의 속도는 달라진다.

③ 위성의 궤도주기의 제곱은 타원 반장축의 세제곱에 반비례한다.

④ 지구 중심과 위성을 잇는 가상적인 선은 같은 시간동안 같은 면적을 휩쓸고 지나간다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '반비례한다'는 **'비례한다'**로 고쳐야 한다. 케플러 제3법칙에 따르면 궤도주기의 제곱은 타원 반장축의 세제곱에 비례하므로, 반장축이 클수록 궤도주기도 길어진다.

선지별 해설

케플러 법칙은 다른 천체의 영향이나 공기저항 등을 무시하고 지구의 중력에 의해 운동하는 위성의 궤도를 설명한다.

① O: 케플러 제1법칙은 위성이 지구를 한 초점으로 하는 타원 궤도를 따라 운동한다는 법칙이다. 지구 중심은 타원의 중심이 아니라 **두 초점 중 하나**에 놓인다.

② O: 타원 궤도에서 위성은 지구에 **가까울 때 빠르고 멀 때 느리다**. 따라서 지구와의 거리가 변하면 위성의 속력도 변한다. 이는 같은 시간에 같은 면적을 휩쓰는 케플러 제2법칙과 연결된다.

③ X: 케플러 제3법칙에 따르면 궤도주기 T의 제곱은 타원 반장축 a의 세제곱에 **비례한다**. 즉, $T^2 \propto a^3$이다. 여기서 T는 위성이 한 바퀴 도는 데 걸리는 시간이고, a는 타원의 긴 지름인 장축 길이의 절반이다. 같은 지구 주위를 도는 위성을 비교하면 반장축이 클수록 궤도주기가 길어지므로, '반비례한다'는 설명은 관계를 거꾸로 나타낸 것이다.

④ O: 케플러 제2법칙인 면적속도 일정의 법칙이다. 지구 중심과 위성을 잇는 선이 **같은 시간 동안 휩쓰는 면적은 일정**하다. 같은 시간에 이동하는 궤도상의 거리가 일정하다는 뜻은 아니며, 지구에 가까운 구간에서는 더 빠르게 이동한다.

NoteBase

문 18. 5G 이동통신시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 모바일 환경에서 LTE보다 높은 데이터 전송률을 제공하여 UHD급 콘텐츠와 AR/VR 등의 실감 미디어서비스가 가능하다.

② 여러 서비스들이 요구하는 상이한 요구사항을 충족하기 위해 각 서비스별로 별도의 네트워크를 물리적으로 구축하여 서비스를 제공한다.

③ 대량의 디바이스가 연결되는 초연결성 제공으로 IoT 인프라 구축이 가능하다.

④ 초저지연 및 초신뢰성 제공으로 자율주행자동차 등의 서비스가 가능하다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '서비스별로 별도의 네트워크를 물리적으로 구축'한다는 설명이 잘못되었다. 5G는 **네트워크 슬라이싱**을 통해 공통 물리 인프라 위에 서비스 요구에 맞는 **논리적으로 분리된 네트워크**를 구성할 수 있다.

선지별 해설

① O: 5G의 향상된 모바일 광대역(eMBB)은 LTE보다 높은 데이터 전송률을 목표로 한다. **대용량 데이터를 빠르게 전송**할 수 있어 UHD급 고화질 콘텐츠와 AR/VR 등의 실감 미디어 서비스를 지원한다.

② X: 네트워크 슬라이싱은 **공통 물리 인프라를 논리적으로 분리**하여 서비스별 네트워크를 구성하는 기술이다. 각 슬라이스에 필요한 자원과 기능을 배정하여 전송률·지연·신뢰성 등 서로 다른 요구를 충족한다. 따라서 '서비스별로 별도의 네트워크를 물리적으로 구축'한다는 부분은 '공통 물리 인프라 위에 서비스별 논리 네트워크를 구성'한다고 고쳐야 한다.

③ O: 5G의 대규모 사물통신(mMTC)은 **많은 디바이스의 동시 연결**을 지원한다. 다수의 센서와 기기가 연결되어 데이터를 주고받는 IoT 인프라 구축에 적합하다.

④ O: 5G의 초고신뢰·저지연 통신(URLLC)은 **전송 지연을 줄이고 통신 신뢰성을 높이는** 데 중점을 둔다. 자율주행자동차처럼 주변 상황과 제어 정보를 신속하고 안정적으로 전달해야 하는 서비스를 지원한다.

NoteBase

문 19. 안테나에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 반전력빔폭(HPBW)은 전력이 주빔의 최댓값에 비해 절반이 되는 두 지점 사이의 각이다.

② 무손실 등방성 안테나를 상대이득의 기준 안테나로 사용한다.

③ 안테나 이득은 최대 지향성과 방사효율의 곱이다.

④ 실효등방성방사전력(EIRP)은 송신 안테나의 절대이득과 송신 전력의 곱이다.

정답 2번

간단한 해설

무손실 등방성 안테나는 **절대이득**의 기준이다. 상대이득은 **무손실 반파장 다이폴 안테나**를 기준으로 하므로 두 이득의 기준 안테나를 구별해야 한다.

선지별 해설

① O: 반전력빔폭(HPBW)은 주빔의 최대 방사 방향을 사이에 두고, 전력이 최댓값의 **절반으로 감소하는 두 방향 사이의 각**이다. 두 경계점의 전력은 최댓값보다 약 3 dB 낮으므로 3 dB 빔폭이라고도 한다.

② X: 무손실 등방성 안테나는 모든 방향으로 균일하게 방사하는 기준 안테나이며, 이를 기준으로 한 이득을 **절대이득**이라고 한다. 상대이득의 기준은 **무손실 반파장 다이폴 안테나**이다. 절대이득은 dBi, 반파장 다이폴 기준 상대이득은 dBd로 표시하므로, 선지의 '상대이득'을 '절대이득'으로 고쳐야 한다.

③ O: 최대 지향성은 방사된 전력이 최대 방사 방향으로 얼마나 집중되는지를 나타내며, 방사효율은 안테나에 공급된 전력 중 실제로 방사되는 전력의 비율이다. 이득에는 방향에 따른 집중 효과와 안테나 내부의 손실이 함께 반영되므로, **선형값으로 나타낸 이득은 최대 지향성과 방사효율의 곱**이다. 이득을 G, 방사효율을 η, 최대 지향성을 $D_{\max}$라 하면 $G = \eta D_{\max}$이다.

④ O: 실효등방성방사전력(EIRP)은 해당 방향에서 실제 송신 안테나와 같은 전력밀도를 만들기 위해 등방성 안테나에 공급해야 하는 전력이다. 따라서 **송신 안테나에 공급되는 전력에 선형값의 절대이득을 곱하여** 구한다. 전력을 W로 넣으면 EIRP도 W가 되며, dBi로 표시된 이득값을 전력에 그대로 곱하지 않는다.

NoteBase

문 20. 주파수 선택적 페이딩(frequency selective fading)이 발생하는 조건은?

① 지연 확산(delay spread) > 심벌지속시간

② 지연 확산(delay spread) < 심벌지속시간

③ 최대 도플러 주파수 > 심벌률

④ 최대 도플러 주파수 < 심벌률

정답 1번

간단한 해설

지연 확산이 심벌지속시간보다 크면 다중경로로 늦게 도착한 신호가 다음 심벌까지 겹친다. 이때 신호 대역 안의 주파수 성분마다 감쇠 정도가 달라지는 주파수 선택적 페이딩이 나타난다.

개념 구분

주파수 선택적 페이딩: 다중경로 신호의 도착시간 차이로 수신 신호가 시간축에서 퍼지는 현상을 지연 확산이라고 한다. **지연 확산 > 심벌지속시간**이면 한 심벌의 지연 성분이 뒤의 심벌과 겹쳐 심벌 간 간섭을 일으킨다. 또한 경로별 신호가 합쳐지는 양상이 주파수에 따라 달라져, 신호 대역 안의 각 주파수 성분이 서로 다른 감쇠를 겪는다. 이것이 주파수 선택적 페이딩이다.

평탄 페이딩: 지연 확산이 심벌지속시간보다 **충분히 작으면** 심벌 간 간섭이 작고, 신호 대역 안의 주파수 성분들이 거의 같은 감쇠를 겪는 것으로 근사할 수 있다. ②의 부등호는 이러한 평탄 페이딩에 대응하는 방향이다.

도플러에 따른 구분: ③·④의 최대 도플러 주파수와 심벌률 비교는 채널이 한 심벌 동안 얼마나 빠르게 변하는지와 관련된다. 이는 **빠른 페이딩과 느린 페이딩**을 구분하는 기준이며, 다중경로의 지연 확산으로 판단하는 주파수 선택성과는 구별된다.

NoteBase