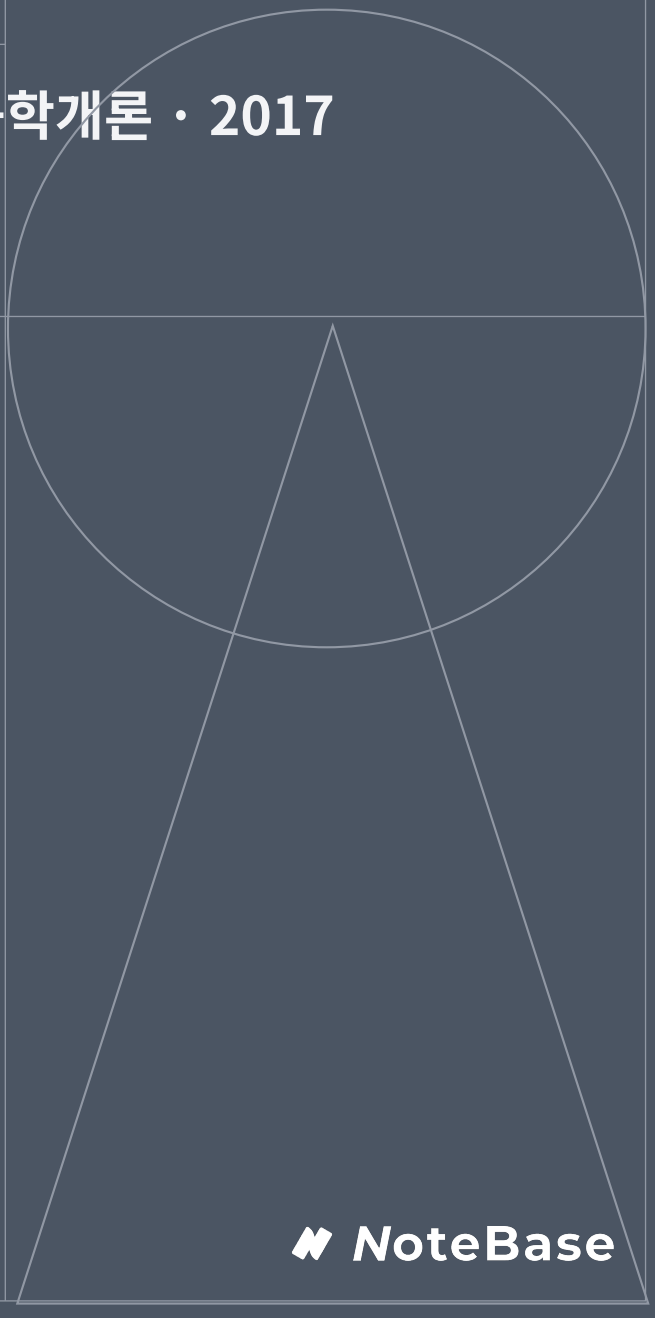
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2017



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2017

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2017

문 1. 다음 변조방식 중 가장 좁은 대역폭을 차지하는 것은?

① VSB(Vestigial Sideband)

② SSB(Single Sideband)

③ DSB－SC(Double Sideband－Suppressed Carrier)

④ DSB－TC(Double Sideband－Transmitted Carrier)

정답 2번

간단한 해설

SSB는 정보를 담은 상·하측파대 중 **한쪽 측파대만 전송**하므로, 같은 원 신호를 보낼 때 필요한 대역폭이 가장 좁다. 반송파를 억압하는 것만으로는 양쪽 측파대가 차지하는 대역폭이 줄어들지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

최고 주파수가 W Hz인 동일한 기저대역 신호를 변조하는 경우를 비교한다. 진폭변조로 생기는 상측파대와 하측파대는 각각 원 신호의 정보를 담으며, 각 측파대의 폭은 W Hz이다.

① VSB: 한쪽 측파대는 온전히 전송하고, 다른 쪽은 **일부를 남겨 전송**하는 잔류측파대 방식이다. 따라서 대역폭은 W Hz보다 크고, 양쪽 측파대를 모두 전송하는 2W Hz보다 작다.

② SSB: 상측파대나 하측파대 중 **한쪽만 전송**하는 단측파대 방식이다. 필요한 대역폭은 W Hz로, 두 측파대를 전송하는 방식의 절반이다.

③ DSB－SC: 반송파를 억압하지만 상·하측파대는 모두 전송하므로 대역폭은 2W Hz이다. **반송파 억압은 전력 절약**에 기여하며, 측파대를 제거하는 것과 달리 대역폭을 절반으로 줄이지는 않는다.

④ DSB－TC: 반송파와 상·하측파대를 함께 전송하므로 대역폭은 2W Hz이다. 반송파는 두 측파대 사이에 위치하므로, 이를 함께 전송해도 **주파수 범위의 양 끝은 변하지 않는다**.

대역폭은 SSB < VSB < DSB－SC = DSB－TC 순이다. 따라서 가장 좁은 대역폭을 차지하는 방식은 ②의 SSB이다.

NoteBase

문 2. 다음 위성통신 주파수 대역 중 대기감쇠의 영향이 가장 작은 것은?

① X－밴드

② C－밴드

③ Ku－밴드

④ Ka－밴드

정답 2번

간단한 해설

C－밴드는 제시된 대역 중 **주파수가 가장 낮고**, 강우 등에 의한 **대기감쇠가 상대적으로 작다**.

선지별 해설

대기감쇠는 대기 기체의 흡수와 비·구름 등에 의한 전파의 흡수·산란으로 신호가 약해지는 현상이다. 같은 기상 조건과 전파 경로에서 제시된 위성통신 대역을 비교하면, 일반적으로 주파수가 높은 대역일수록 강우감쇠의 영향이 커진다.

① X－밴드: C－밴드보다 주파수가 높다. 강우감쇠의 영향이 Ku－밴드나 Ka－밴드에 비해서는 작지만, C－밴드보다는 크다.

② C－밴드: 네 대역 중 주파수가 가장 낮으며, **강우에 의한 신호 감쇠가 상대적으로 작다**. 따라서 비가 내리는 환경에서도 다른 후보 대역보다 대기감쇠의 영향을 적게 받는다.

③ Ku－밴드: C－밴드와 X－밴드보다 주파수가 높아 **강우감쇠의 영향이 더 크다**. 대기감쇠가 가장 작은 대역에 해당하지 않는다.

④ Ka－밴드: 네 대역 중 주파수가 가장 높으며, **강우·구름에 의한 감쇠에 특히 민감하다**. C－밴드보다 기상 조건에 따른 신호 저하의 영향을 크게 받는다.

따라서 제시된 대역 중 대기감쇠의 영향이 가장 작은 것은 ② C－밴드이다.

NoteBase

문 3. 최대 가청 주파수가 3[kHz]인 오디오 신호를 FM 변조할 경우, 주파수 편이가 5[kHz]일 때 일반화된 칼슨(Carson)의 법칙에 따른 전송 대역폭[kHz]은?

① 4

② 8

③ 12

④ 16

정답 4번

간단한 해설

주파수 편이 5 kHz에 최대 가청 주파수 3 kHz를 더하고 **상·하 양쪽 대역을 고려해 두 배** 하면 전송 대역폭은 약 16 kHz이다.

계산 과정

주파수 편이 Δf는 반송파 주파수에서 순간 주파수가 최대로 벗어나는 크기로, 이 문제에서는 5 kHz이다. 최대 변조 주파수 f_{max}는 오디오 신호에 포함된 가장 높은 주파수인 3 kHz이다.

일반화된 칼슨 법칙은 FM 신호의 전송 대역폭을 $B \approx 2(\Delta f + f_{max})$로 근사한다. **주파수 편이와 최대 변조 주파수를 함께 고려**하며, 반송파를 기준으로 위쪽과 아래쪽 대역을 모두 포함하므로 합에 2를 곱한다.

두 주파수의 단위가 모두 kHz이므로 그대로 더하면 5 + 3 = 8 kHz이다. 이 값은 칼슨 법칙으로 근사한 한쪽 대역의 폭이다. 전체 전송 대역폭은 2 × 8 = 16 kHz로, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 4. 다음 전파 중 가장 짧은 길이의 안테나를 사용할 수 있는 것은?

① 초단파

② 단파

③ 중파

④ 장파

정답 1번

간단한 해설

같은 형태의 공진 안테나에서는 전파의 **파장이 짧을수록 안테나 길이도 짧아진다**. 초단파는 제시된 전파 중 주파수가 가장 높고 파장이 가장 짧다.

선지별 해설

같은 형태의 공진 안테나는 사용하는 전파의 파장에 맞추어 길이를 정한다. 예를 들어 반파장 다이폴 안테나의 전체 길이는 대략 $L = \frac{\lambda}{2}$이다. 여기서 L은 안테나 길이, λ는 파장이다. 자유공간에서 파장과 주파수의 관계는 $\lambda = \frac{c}{f}$이며, c는 빛의 속도, f는 주파수이다. 따라서 **주파수가 높을수록 파장이 짧아져** 같은 형태의 안테나를 더 짧게 만들 수 있다.

① 초단파: 네 후보 가운데 주파수가 가장 높고 파장이 가장 짧다. 따라서 같은 형태의 공진 안테나를 사용할 때 필요한 길이가 가장 짧다.

② 단파: 초단파보다 주파수가 낮고 파장이 길다. 따라서 초단파용보다 긴 안테나가 필요하다.

③ 중파: 단파보다 주파수가 낮고 파장이 길다. 따라서 같은 형태라면 단파용보다 안테나 길이가 길어진다.

④ 장파: 네 후보 가운데 주파수가 가장 낮고 파장이 가장 길다. 따라서 같은 형태의 공진 안테나 길이도 가장 길다.

안테나 길이는 같은 형태를 기준으로 초단파용 < 단파용 < 중파용 < 장파용 순이다. 가장 짧은 길이의 안테나를 사용할 수 있는 것은 ①의 초단파이다.

NoteBase

문 5. 시스템에서 30 [dBm]의 출력전력은 몇 와트[W]인가?

① 0.01

② 0.1

③ 1

④ 10

정답 3번

간단한 해설

dBm은 **1 mW를 기준으로 한 전력의 로그 표현**이다. 30 dBm은 1 mW의 1000배이므로 **1 W**에 해당한다.

계산 과정

dBm은 출력전력을 **1 mW와 비교**하여 나타내는 단위이다. 출력전력을 P, dBm 값을 L이라 하면 $L = 10\log_{10}\left(\frac{P}{1\text{mW}}\right)$이다. 전력비를 나타내므로 로그 앞의 계수는 10이다.

L = 30을 대입하고 로그를 풀면 $\frac{P}{1\text{mW}} = 10^{\frac{30}{10}} = 1000$이다. 이 1000은 기준 전력 1 mW에 대한 배수이므로 출력전력은 1000 mW이다.

1000 mW = 1 W이므로, 구하는 출력전력은 1 W이며 ③의 1에 해당한다.

NoteBase

문 6. 자유공간에서 두 안테나 사이의 간격이 5[km]이고 송신 안테나에서 주파수가 1[GHz]인 신호를 4[mW]의 전력으로 송신하고 있다. 안테나 사이의 간격을 10[km], 신호의 주파수를 2[GHz]로 변경할 때, 이전과 동일한 수신 전력을 얻기 위해 필요한 송신 전력[mW]은?

① 16

② 32

③ 64

④ 128

정답 3번

간단한 해설

안테나 이득이 일정하면 자유공간의 전파 손실은 **거리의 제곱과 주파수의 제곱에 비례**한다. 거리와 주파수가 각각 2배가 되므로 같은 수신 전력을 유지하려면 송신 전력을 16배인 64 mW로 늘려야 한다.

계산 과정

송수신 안테나의 이득 등 나머지 조건은 일정하다고 본다. 자유공간의 원거리장에서는 프리스 전송식 $P_r = P_t G_t G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$을 적용한다. 여기서 P_r은 수신 전력, P_t는 송신 전력, G_t와 G_r은 송수신 안테나 이득, d는 거리, λ는 파장이다. 빛의 속도를 c, 주파수를 f라 하면 $\lambda = \frac{c}{f}$이므로, 이득이 일정할 때 수신 전력은 $\frac{P_t}{d^2 f^2}$에 비례한다.

거리 변화: 5 km에서 10 km로 증가하므로 거리 비는 $\frac{10}{5} = 2$이다. 거리 증가에 따른 손실 배율은 $\left(\frac{10}{5}\right)^2 = 4$이며, 송신 전력이 같다면 수신 전력은 이전의 1/4이 된다.

주파수 변화: 1 GHz에서 2 GHz로 증가하므로 주파수 비는 $\frac{2}{1} = 2$이다. 주파수 증가에 따른 손실 배율은 $\left(\frac{2}{1}\right)^2 = 4$이다. 두 비율은 각각 같은 단위끼리 나누므로 별도의 단위 환산이 필요하지 않다.

필요한 송신 전력: 두 변화가 함께 일어나면 손실은 $4 \times 4 = 16$배가 된다. **수신 전력을 유지하려면 송신 전력도 16배**로 늘려야 하므로, 필요한 송신 전력은 $4 \times 16 = 64$ mW이며 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 7. 스펙트럼이 $M(f)$인 메시지 신호를 $\cos(2\pi f_c t)$의 반송파를 이용하여 DSB-SC 변조할 때, 변조된 신호의 스펙트럼과 전력 변화가 옳게 묶인 것은?

① 스펙트럼: $\frac{1}{\sqrt{2}}M(f-f_c)+\frac{1}{\sqrt{2}}M(f+f_c)$, 전력변화: 절반으로 감소
② 스펙트럼: $\frac{1}{2}M(f-f_c)+\frac{1}{2}M(f+f_c)$, 전력변화: 변화 없음
③ 스펙트럼: $\frac{1}{\sqrt{2}}M(f-f_c)+\frac{1}{\sqrt{2}}M(f+f_c)$, 전력변화: 변화 없음
④ 스펙트럼: $\frac{1}{2}M(f-f_c)+\frac{1}{2}M(f+f_c)$, 전력변화: 절반으로 감소

정답 4번

간단한 해설

코사인 반송파를 곱하면 메시지 스펙트럼이 양쪽으로 이동하면서 **각 계수가 1/2**이 된다. 전력은 진폭의 제곱에 비례하므로, 겹치지 않는 두 이동 성분의 전력을 합치면 **메시지 전력의 절반**이 된다.

계산 과정

스펙트럼: 메시지 신호를 $m(t)$, 변조 신호를 $s(t)$라 하면, 별도의 이득 없이 $s(t)=m(t)\cos(2\pi f_c t)$이다. 코사인은 주파수 f_c와 $-f_c$의 복소지수 성분을 각각 1/2씩 포함한다. 따라서 푸리에 변환의 주파수 이동 성질을 적용하면 $S(f)=\frac{1}{2}M(f-f_c)+\frac{1}{2}M(f+f_c)$이다. 즉 원래 스펙트럼을 양·음의 반송파 주파수로 옮긴 두 복사본이며, **각 복사본의 진폭 계수는 1/2**이다.

전력 변화: 메시지 전력을 P_m, 변조 신호의 전력을 P_s라 하고 동일한 부하를 기준으로 비교한다. 통상적인 DSB-SC 조건에서는 반송파 주파수가 메시지의 최고 주파수보다 높아 두 이동 스펙트럼이 겹치지 않는다. 주파수 이동 자체는 전력을 바꾸지 않지만, **진폭을 1/2로 줄이면 전력은 그 제곱인 1/4**이 된다. 두 성분의 전력을 더하면 $P_s=\frac{1}{4}P_m+\frac{1}{4}P_m=\frac{1}{2}P_m$이다. 따라서 메시지 신호에 비해 전력이 절반으로 감소한다.

스펙트럼의 두 계수가 각각 1/2이고 전력이 절반으로 감소하므로, 이 두 결과를 묶은 것은 ④이다.

NoteBase

문 8. 마이크로웨이브 전송 시스템에서 사용할 수 있는 페이딩 대처 기술로 옳지 않은 것은?

① 암호화

② 등화

③ 공간 다이버시티

④ 주파수 다이버시티

정답 1번

간단한 해설

암호화는 정보를 알아볼 수 없게 변환하여 **기밀성을 보호**하는 기술이다. 전파의 세기 변화나 다중경로에 따른 파형 왜곡을 보상하는 **페이딩 대처 기술은 아니다**.

선지별 해설

① X: 암호화는 허가받지 않은 사람이 정보 내용을 알 수 없도록 평문을 암호문으로 변환하는 기술이다. **정보의 기밀성을 보호**하며, 전파가 약해지거나 다중경로로 파형이 왜곡되는 현상을 보상하지 않는다. 페이딩에 대처하려면 등화나 다이버시티처럼 전송 채널의 영향을 줄이는 기술을 사용한다.

② O: 등화는 전송 채널 때문에 생긴 파형 왜곡을 보상하는 기술이다. 다중경로에서는 서로 다른 시간에 도착한 신호가 겹쳐 심벌 간 간섭이 생길 수 있는데, 등화기는 이를 줄인다. 특히 적응 등화는 채널 변화에 맞추어 특성을 조절하므로 **주파수 선택적 페이딩에 따른 왜곡**을 완화할 수 있다.

③ O: 공간 다이버시티는 **서로 떨어진 위치의 안테나**로 같은 정보를 수신하는 방식이다. 안테나 간 간격을 적절히 두면 각 수신 신호의 페이딩 상관성이 낮아져 동시에 깊은 페이딩을 겪을 가능성이 줄어든다. 수신 상태가 좋은 신호를 선택하거나 여러 신호를 결합하여 통신 품질을 높인다.

④ O: 주파수 다이버시티는 같은 정보를 **서로 다른 주파수**로 전송하는 방식이다. 주파수를 적절히 떨어뜨리면 각 채널의 페이딩 상관성을 낮출 수 있어, 한 주파수에서 수신 상태가 나빠져도 다른 주파수의 신호를 이용할 수 있다. 따라서 주파수에 따라 감쇠 정도가 다른 선택적 페이딩에 대처할 수 있다.

NoteBase

문 9. GPS에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 위성은 정지궤도상에 있다.

② 위도, 경도, 고도 등의 위치와 시간을 측정하는 데 사용된다.

③ 항법, 측량, 측지, 시각동기 등의 군용 및 민간용으로 사용되고 있다.

④ 수신기의 시간오차를 고려해 위치를 측정하기 위해서는 최소 4개의 위성신호가 필요하다.

정답 1번

간단한 해설

GPS 위성은 정지궤도가 아니라 **중궤도(MEO)**에서 지구를 공전한다. 공전 주기가 약 12시간이므로 지상에서 볼 때 한 위치에 고정되어 있지 않다.

선지별 해설

① X: GPS 위성은 고도 약 20,200 km의 **중궤도(MEO)**를 약 12시간 주기로 공전한다. 정지궤도는 적도 상공의 원궤도에서 지구 자전과 같은 방향과 주기로 공전하여 지상에서 한 위치에 머무는 것처럼 보이는 궤도이다. 따라서 '정지궤도상에 있다'는 '중궤도상에 있다'로 고쳐야 한다.

② O: 수신기는 위성이 보낸 신호의 송신 시각과 수신 시각을 이용해 신호의 전달 시간을 구하고, 이를 거리 정보로 환산한다. 여러 위성의 위치와 거리 정보를 함께 이용하여 **위도·경도·고도에 해당하는 3차원 위치와 시간**을 구한다.

③ O: GPS는 군용과 민간용 모두에 위치·항법·시각 정보를 제공한다. 위치 정보는 이동 경로를 파악하는 항법과 좌표를 정하는 측량·측지에 쓰이고, 정밀한 시간 정보는 통신망 등에서 **장비 사이의 시각을 맞추는 시각동기**에 활용된다.

④ O: 일반적인 3차원 GPS 측위에서는 위치 좌표 3개와 **수신기 시계의 시간오차 1개**를 함께 구해야 한다. 시계 오차는 신호의 전달 시간에 섞여 거리 계산에도 영향을 준다. 위성 하나의 신호로 하나의 거리 관계를 얻으므로, 별도의 위치·시간 제약 없이 네 미지수를 구하려면 최소 4개 위성의 신호가 필요하다.

NoteBase

문 10. 위성통신에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 정지궤도 위성은 적도상공에 떠 있으며, 3개의 위성으로 극지방을 제외한 지구 전체에 서비스할 수 있다.

② 정지궤도 위성의 공전주기는 지구의 자전주기와 같아야 하기 때문에 고도 1,000⊠2,000 [km]의 상공에서 운용된다.

③ 극궤도 위성은 남극과 북극의 상공을 통과하며, 정지궤도 위성보다 고도가 낮아 전파 지연이 작다.

④ 저궤도 위성 이동통신은 상시 통신을 위해 수십 개의 위성과 핸드오프가 필요하다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '고도 1,000⊠2,000 km'가 잘못되었다. 지구의 자전주기와 같은 주기로 공전하는 정지궤도 위성의 고도는 **약 35,786 km**이다.

선지별 해설

① O: 정지궤도 위성은 적도 위의 원궤도를 지구 자전과 같은 방향·주기로 공전하므로 지상에서 한 위치에 머무는 것처럼 보인다. 높은 고도에서 넓은 지역을 볼 수 있어, 세 위성을 **경도 약 120° 간격**으로 배치하면 극지방을 제외한 거의 전 지구를 서비스할 수 있다. 극지방은 적도 상공의 위성을 바라보는 각도가 매우 낮거나 지구에 가려져 서비스가 어렵다.

② X: 정지궤도 위성의 공전주기가 지구의 자전주기와 같아야 한다는 부분은 맞지만, 고도가 잘못되었다. 원궤도의 고도가 높아질수록 공전주기가 길어지며, 자전주기인 약 23시간 56분에 맞는 고도는 **지표면에서 약 35,786 km**이다. 고도 1,000⊠2,000 km에서는 공전주기가 이보다 짧으므로 지상에서 정지해 보이지 않는다.

③ O: 극궤도 위성은 궤도면이 적도면에 거의 수직이어서 남극과 북극 부근의 상공을 통과한다. 통상적인 저궤도 극궤도 위성은 정지궤도 위성보다 고도가 낮아 **전파가 이동하는 거리가 짧으므로 전파 지연이 작다**. 지연이 작은 이유는 극지방을 지나기 때문이 아니라 낮은 고도에 있다.

④ O: 저궤도 위성은 지상에 대해 빠르게 이동하고 위성 하나의 서비스 범위도 좁아, 한 위성만으로 같은 지역에 계속 통신을 제공하기 어렵다. 따라서 수십 개의 위성으로 통신망을 구성하고, 사용 중인 위성이 서비스 범위를 벗어나기 전에 **다른 위성으로 통신 연결을 넘기는 핸드오프**가 필요하다. 구체적인 위성 수는 고도와 요구 서비스 범위 등에 따라 달라진다.

NoteBase

문 11. 지능화된 사물 간 통신과 인터넷을 기반으로 하는 사물인터넷을 지칭하는 용어는?

① UWB

② MIMO

③ IoT

④ OFDM

정답 3번

간단한 해설

사물에 통신 기능을 갖추어 인터넷으로 연결하고 정보를 주고받게 하는 **사물인터넷**의 영문 명칭은 Internet of Things이며, 이를 **IoT**로 줄여 쓴다.

공통 해설

IoT는 Internet of Things의 약자로, 사물인터넷을 뜻한다. 사물에 센서와 통신 기능 등을 부여하여 **인터넷을 통해 정보를 수집·교환하고 서비스에 활용**하는 개념이다. 예를 들어 온도 센서가 측정한 실내 온도를 인터넷으로 전달하여 외부에서도 확인할 수 있게 하는 것이 이에 해당한다. 문항의 '지능화된 사물 간 통신'과 '인터넷을 기반'이라는 설명은 이러한 사물인터넷의 특징을 가리킨다.

NoteBase

문 12. 펄스파가 레이더에서 발사된 후부터 목표물에 반사되어 되돌아올 때까지 걸린 시간이 6[μs]인 경우 목표물까지의 거리[m]는? (단, 전파의 속도는 3×10^8 [m/s]이다)

① 450

② 900

③ 1,800

④ 3,600

정답 2번

간단한 해설

6 μs는 전파가 목표물까지 갔다가 돌아오는 **왕복 시간**이다. 이 시간 동안 전파가 이동한 거리의 절반이 목표물까지의 거리이므로 900 m이다.

계산 과정

거리 관계: 레이더에서 목표물까지의 편도 거리를 R, 전파의 속도를 c, 왕복 시간을 t라고 하자. 전파는 목표물까지 갔다가 같은 거리를 되돌아오므로 총 이동 거리는 $2R = ct$이다. 따라서 목표물까지의 거리는 **왕복 이동 거리의 절반**인 $R = \frac{ct}{2}$로 구한다.

단위 환산: 전파의 속도가 m/s로 주어졌으므로 시간을 초로 바꾼다. $1\mu\text{s} = 10^{-6}\text{s}$이므로 왕복 시간은 $t = 6 \times 10^{-6}\text{s}$이다.

거리 계산: 왕복 이동 거리는 $ct = (3 \times 10^8) \times (6 \times 10^{-6}) = 1800\text{m}$이다. 이 값에는 가는 거리와 돌아오는 거리가 모두 포함되어 있다. 따라서 $R = \frac{1800}{2} = 900\text{m}$이며, ②의 900 m에 해당한다.

NoteBase

문 13. 급전선과 안테나 사이에 임피던스 정합이 되었을 때 나타나는 현상으로 옳지 않은 것은?

① 정재파비가 무한대이다.

② 반사되는 전력이 없다.

③ 최대로 전력이 전달된다.

④ 시스템의 신호대잡음비가 향상된다.

정답 1번

간단한 해설

임피던스 정합이 되면 반사가 없어 **정재파비는 1**이다. 정재파비가 무한대인 것은 입사파가 모두 반사되는 전반사 상태이다.

선지별 해설

① X: 정재파비는 급전선에서 전압 진폭의 최댓값을 최솟값으로 나눈 비이다. 전압 반사계수를 Γ라 하면 $\mathrm{VSWR} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|}$이다. 정합 시에는 $\Gamma = 0$이므로 **정재파비가 1**이다. 무한대가 되는 것은 개방이나 단락처럼 $|\Gamma| = 1$인 전반사 상태이다.

② O: 동작 주파수에서 급전선의 특성 임피던스와 급전선에서 본 안테나 측 입력 임피던스가 일치하면 접속점에서 반사파가 발생하지 않는다. 따라서 안테나 접속점에서 되돌아오는 **반사 전력은 0**이다.

③ O: 안테나에 전달되는 전력은 입사 전력에서 반사 전력을 뺀 값이다. 정합 시 반사 전력이 0이므로 **부정합에 따른 전력 손실이 없다**. 같은 입사 전력과 같은 급전선 손실 조건에서 안테나로 전달되는 전력이 최대가 된다.

④ O: 수신 시스템에서는 정합으로 반사에 따른 신호 전달 손실을 줄여 수신기에 들어가는 유효 신호 전력을 높일 수 있다. **수신기 내부 잡음 등 다른 조건이 같다면** 잡음에 대한 신호의 비율이 커져 시스템의 신호대잡음비가 향상된다.

NoteBase

문 14. 전통적인 AM 방식인 DSB–TC에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 비동기 복조기 구성이 가능하다.

② 다수의 사용자가 수신하는 방송시스템에 적합하다.

③ 반송파 신호를 추가적으로 보내기 때문에 복조기 구조가 간단해진다.

④ 같은 메시지 신호 전송 시 DSB–SC 방식보다 더 적은 전력이 소모된다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '더 적은 전력이 소모된다'는 전력 관계를 거꾸로 설명한 것이다. DSB–TC는 메시지를 담은 측파대 외에 **반송파에도 전력을 사용**하므로, 같은 측파대 전력으로 비교하면 DSB–SC보다 총 송신 전력이 크다.

선지별 해설

① O: DSB–TC는 반송파와 상·하측파대를 함께 전송한다. 과변조가 없으면 변조파의 포락선, 즉 진폭의 외곽선에 메시지 파형이 나타난다. 따라서 수신기에서 반송파의 위상을 맞추지 않고도 **포락선 검파를 이용한 비동기 복조**가 가능하다.

② O: 방송은 하나의 송신 신호를 다수의 수신기가 받는 방식이다. DSB–TC는 간단한 포락선 검파기를 사용할 수 있어 **각 수신기의 구조와 비용을 줄일 수 있다**. 따라서 수신기가 많은 방송시스템에 적합하다.

③ O: 함께 전송된 반송파 덕분에 과변조가 없는 AM 신호의 포락선에서 메시지를 복원할 수 있다. DSB–SC의 동기 복조와 달리, 복조용 반송파를 만들어 송신 반송파와 **주파수·위상을 맞추는 과정이 필요하지 않아** 복조기 구성이 간단해진다.

④ X: DSB–TC는 두 측파대의 전력에 반송파 전력이 더해지지만, DSB–SC는 반송파를 억압하여 두 측파대만 전송한다. 따라서 같은 메시지를 같은 측파대 전력으로 전송하면 DSB–TC의 총 송신 전력이 **반송파 전력만큼 더 크다**. 반송파 자체에는 메시지 정보가 담기지 않으므로, 이를 전송하는 DSB–TC의 전력 효율이 더 낮다.

NoteBase

문 15. 펄스변조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① PAM에서 유지회로(holding circuit)는 일정한 폭의 펄스를 생성한다.

② PPM은 표본화 순간의 메시지 신호에 따라 펄스의 위치를 변경한다.

③ PWM은 음의 표본값을 갖는 메시지 신호에는 적용이 불가능하다.

④ PAM은 표본화 순간의 메시지 신호에 따라 펄스의 높이를 변경한다.

정답 3번

간단한 해설

PWM은 표본값을 **펄스의 폭**으로 표현하므로 음의 표본값에도 적용할 수 있다. 기준 폭을 두고 그보다 짧거나 긴 펄스에 표본값을 대응시키면 되며, 메시지 신호가 음수라고 해서 펄스 폭 자체가 음수가 되는 것은 아니다.

선지별 해설

① O: PAM의 유지회로는 표본화 순간의 신호값을 정해진 시간 동안 일정하게 유지한다. 이 유지 시간을 일정하게 설정하면 **폭이 일정하고 윗부분이 평평한 펄스**가 만들어지며, 각 펄스의 높이는 해당 표본값에 따라 달라진다.

② O: PPM은 펄스위치변조로, **기준 시각에 대한 펄스의 시간적 위치**를 표본화 순간의 메시지 신호값에 따라 바꾼다. 펄스의 높이와 폭은 일정하게 유지하고, 펄스가 나타나는 시각으로 정보를 전달한다.

③ X: PWM은 펄스폭변조로, 메시지 신호의 표본값에 따라 펄스의 지속시간을 바꾼다. **음의 표본값도 기준 폭보다 짧거나 긴 폭에 대응**시킬 수 있으므로 적용이 불가능하다는 설명은 잘못이다. 예를 들어 표본값 0에 기준 폭을 대응시키고, 음의 표본값에는 더 짧은 폭을, 양의 표본값에는 더 긴 폭을 대응시킬 수 있다. 이때 입력 범위와 변조 정도를 정하여 펄스 폭이 0보다 크고 반복 주기보다 작도록 해야 한다.

④ O: PAM은 펄스진폭변조로, 표본화 순간의 메시지 신호값에 따라 **펄스의 높이인 진폭**을 바꾼다. 메시지 신호의 표본값은 펄스 높이에 반영되며, 펄스의 위치나 폭을 변화시켜 정보를 표현하는 PPM·PWM과 구별된다.

NoteBase

문 16. 주파수 대역이 20 ~ 40,000 [Hz]인 신호를 표본화(sampling)하고 표본당 8비트로 PCM할 때, 에일리어싱(aliasing)이 발생하지 않을 최대 표본화주기[ms]와 최소 데이터 전송속도[kbps]가 옳게 묶인 것은?

① 최대 표본화주기: $\frac{1}{40}$, 최소 데이터 전송속도: 320

② 최대 표본화주기: $\frac{1}{40}$, 최소 데이터 전송속도: 640

③ 최대 표본화주기: $\frac{1}{80}$, 최소 데이터 전송속도: 320

④ 최대 표본화주기: $\frac{1}{80}$, 최소 데이터 전송속도: 640

정답 4번

간단한 해설

에일리어싱을 피하기 위한 최소 표본화주파수는 **최고 주파수 40 kHz의 2배인 80 kHz**이다. 이에 대응하는 최대 표본화주기는 $\frac{1}{80}$ms이며, 표본마다 8비트를 보내므로 최소 데이터 전송속도는 **640 kbps**이다.

계산 과정

최소 표본화주파수: 주어진 신호의 주파수 범위는 20~40,000 Hz이므로 최고 주파수 $f_{\max}$는 40,000 Hz이다. 이상적인 표본화 정리에서 에일리어싱을 피하기 위한 조건은 $f_s \geq 2f_{\max}$이다. 여기서 f_s는 1초 동안 취하는 표본 수이다. 따라서 최소 표본화주파수는 $2 \times 40{,}000 = 80{,}000$ Hz로, **1초에 최소 80,000개의 표본**이 필요하다.

최대 표본화주기: 표본화주기 T_s는 연속한 두 표본 사이의 시간 간격이며, $T_s = \frac{1}{f_s}$이다. 표본화주파수가 작을수록 주기는 길어지므로 최소 표본화주파수에서 최대 주기를 얻는다. $T_{s,\max} = \frac{1}{80{,}000}$s이고, 1초 = 1,000 ms이므로 $T_{s,\max} = \frac{1{,}000}{80{,}000}\text{ms} = \frac{1}{80}\text{ms}$이다.

최소 데이터 전송속도: PCM은 각 표본을 비트열로 부호화하므로, 부가 비트를 고려하지 않은 전송속도는 **초당 표본 수 × 표본당 비트 수**이다. 표본당 8비트이므로 최소 전송속도는 $80{,}000 \times 8 = 640{,}000$ bps이다. 1 kbps = 1,000 bps이므로 640 kbps가 된다.

최대 표본화주기 $\frac{1}{80}$ms와 최소 데이터 전송속도 640 kbps의 조합은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 17. 단일 반송파 변조와 비교되는 다중 반송파 변조의 특징으로 옳지 않은 것은?

① 더 긴 심벌시간으로 동일한 전송률을 달성할 수 있다.

② PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)이 낮다.

③ 주파수 선택적 페이딩을 평탄(flat) 페이딩으로 근사화할 수 있다.

④ 다중 경로로 인한 심벌 간 간섭의 영향이 더 작다.

정답 2번

간단한 해설

②의 'PAPR이 낮다'는 설명은 반대이다. 다중 반송파 변조에서는 여러 부반송파의 신호가 순간적으로 같은 위상으로 합쳐져 큰 피크를 만들 수 있으므로, 일반적으로 **평균 전력에 대한 최대 전력의 비인 PAPR이 높다**.

선지별 해설

① O: 다중 반송파 변조는 고속 데이터열을 여러 저속 데이터열로 나누어 각 부반송파에서 병렬로 전송한다. 각 부반송파가 처리하는 심벌률이 낮아지므로 **심벌시간을 늘리면서 전체 전송률을 유지**할 수 있다.

② X: PAPR은 신호의 평균 전력에 대한 최대 순간 전력의 비이다. 여러 부반송파의 신호가 순간적으로 같은 위상으로 합쳐지면 진폭이 크게 증가하여 높은 전력 피크가 생긴다. 따라서 다중 반송파 변조는 일반적으로 **PAPR이 높다**. 이는 전력 증폭기의 비선형 왜곡을 피하기 위해 평균 출력 전력을 낮추어 운용해야 하는 부담으로 이어진다.

③ O: 전체 신호 대역에서 채널 응답이 주파수에 따라 달라도, 각 부반송파의 대역폭을 채널의 상관대역폭보다 충분히 좁게 하면 그 대역 안에서는 채널 응답이 거의 일정하다. 따라서 **각 부반송파가 겪는 페이딩을 평탄 페이딩으로 근사**할 수 있다. 물리적인 채널 전체가 평탄해지는 것은 아니다.

④ O: 다중 경로로 도착한 지연 신호가 뒤의 심벌과 겹치면 심벌 간 간섭이 발생한다. 다중 반송파 변조는 각 부반송파의 심벌시간이 길어 **심벌시간에 대한 다중 경로 지연의 비중이 작아지므로**, 같은 지연 확산 조건에서 심벌 간 간섭의 영향이 줄어든다. 긴 심벌시간만으로 간섭이 항상 완전히 없어지는 것은 아니다.

NoteBase

문 18. 반송파 주파수가 1[GHz]인 이동통신 단말기가 108 [km/h]의 속도로 이동할 때 발생하는 최대 도플러 주파수[Hz]는? (단, 전파의 속도는 3 × 10^8 [m/s]이다)

① 30

② 36

③ 72

④ 100

정답 4번

간단한 해설

최대 도플러 주파수는 **이동 속도를 파장으로 나눈 값**이다. 108 km/h는 30 m/s이고 반송파 파장은 0.3 m이므로 최대 주파수 편이는 100 Hz이다.

계산 과정

최대 조건: 도플러 주파수는 이동 때문에 수신 주파수가 반송파 주파수에서 달라지는 양이다. 이동 속도 v의 전파 진행 방향 성분이 클수록 그 크기가 커지므로, **이동 방향이 전파 진행 방향과 나란할 때** 최대가 된다. 파장을 λ라 하면 최대 도플러 주파수는 $f_{D,\max} = \frac{v}{\lambda}$이다.

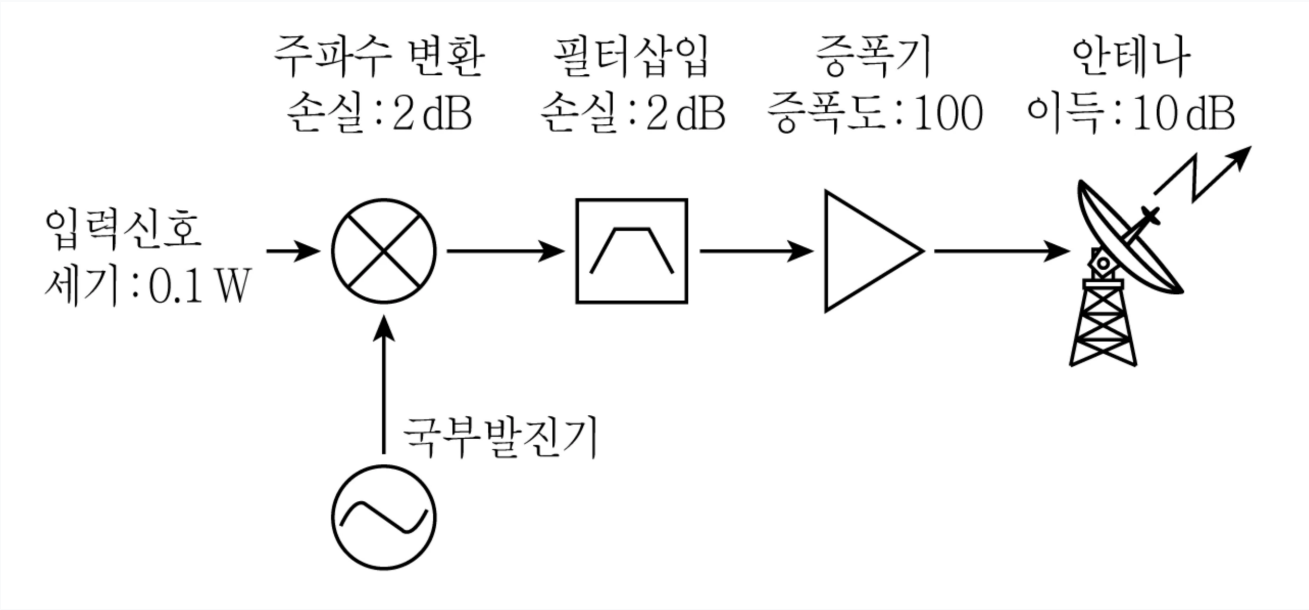
단위 환산: 속도와 전파 속도의 단위를 m/s로 맞춘다. $v = 108 \cdot \frac{1000}{3600} = 30\text{m/s}$이고, 반송파 주파수는 $f_c = 1\text{GHz} = 10^9\text{Hz}$이다.

파장 계산: 전파 속도를 c라 하면 $c = f_c\lambda$이므로 $\lambda = \frac{c}{f_c}$이다. 주어진 값을 대입하면 $\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{10^9} = 0.3\text{m}$이다. 이는 반송파 한 주기에 해당하는 공간적 길이이다.

주파수 계산: $f_{D,\max} = \frac{30}{0.3} = 100\text{Hz}$이다. 전파 진행 방향으로 1초에 파장 100개에 해당하는 거리를 이동하므로 주파수 편이의 최대 크기가 100 Hz가 되며, 이는 ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 19. 다음 그림과 같은 위성통신 전송시스템에서 실효등방성방사전력(EIRP)[dBm]은?



① 36

② 44

③ 46

④ 54

정답 3번

간단한 해설

EIRP는 안테나에 공급되는 전력에 **등방성 안테나 기준 이득**을 반영한 값이다. 입력 20 dBm에서 두 손실 4 dB를 빼고, 증폭기 이득 20 dB와 안테나 이득 10 dB를 더하면 46 dBm이다.

NoteBase

계산 과정

입력 전력: 그림의 입력신호 세기는 0.1 W = 100 mW이다. dBm은 **1 mW를 기준으로 한 전력의 로그값**이므로, 입력 전력은 $10\log_{10}\left(\frac{100}{1}\right) = 20$ dBm이다.

증폭기 이득: 그림의 증폭도 100은 전력비이므로, dB로 환산하면 $10\log_{10} 100 = 20$ dB이다. **전력비에는 계수 10**을 사용한다.

안테나 입력 전력: 신호는 주파수 변환기, 필터, 증폭기를 차례로 통과한다. dB로 나타낸 이득은 더하고 손실은 빼므로, 안테나에 공급되는 전력은 $20 - 2 - 2 + 20 = 36$ dBm이다. 이 값은 안테나 이득을 반영하기 전의 전력이다.

EIRP: 실제 안테나의 최대 방사 방향에서 같은 세기를 내는 등방성 안테나에 필요한 전력을 뜻한다. 따라서 안테나 입력 전력에 **등방성 안테나 기준 이득** 10 dB를 더한다. EIRP는 $36 + 10 = 46$ dBm이며, ③의 46에 해당한다.

NoteBase

문 20. 1.5[GHz]의 마이크로파 신호가 자유공간에서 10[cm] 진행하였을 때 발생하는 위상변화[rad]는? (단, 전파의 속도는 3×10^8[m/s]이다)

① $\frac{\pi}{4}$
② $\frac{\pi}{2}$
③ $\frac{3\pi}{4}$
④ π

정답 4번

간단한 해설

파장은 20 cm이므로 10 cm는 **반 파장**에 해당한다. 한 파장 진행할 때 위상이 2π rad 변하므로, 위상변화의 크기는 π rad이다.

계산 과정

주파수는 $f = 1.5 \cdot 10^9$ Hz, 자유공간에서의 전파 속도는 $c = 3 \cdot 10^8$ m/s이다. 진행 거리는 d = 10 cm = 0.10 m이다.

파장 λ는 파동이 한 주기 동안 진행하는 거리이므로 $\lambda = \frac{c}{f}$이다. 주어진 값을 대입하면 $\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{1.5 \cdot 10^9} = 0.20$ m, 즉 20 cm이다.

한 파장마다 위상이 2π rad 변하므로, 거리 d를 진행할 때 위상변화의 크기는 $\Delta\phi = 2\pi\frac{d}{\lambda}$이다. 따라서 $\Delta\phi = 2\pi \cdot \frac{0.10}{0.20} = \pi$ rad이다. 진행 거리가 반 파장이므로 위상도 한 주기의 절반만큼 변하며, 계산값은 ④의 π와 일치한다.

NoteBase