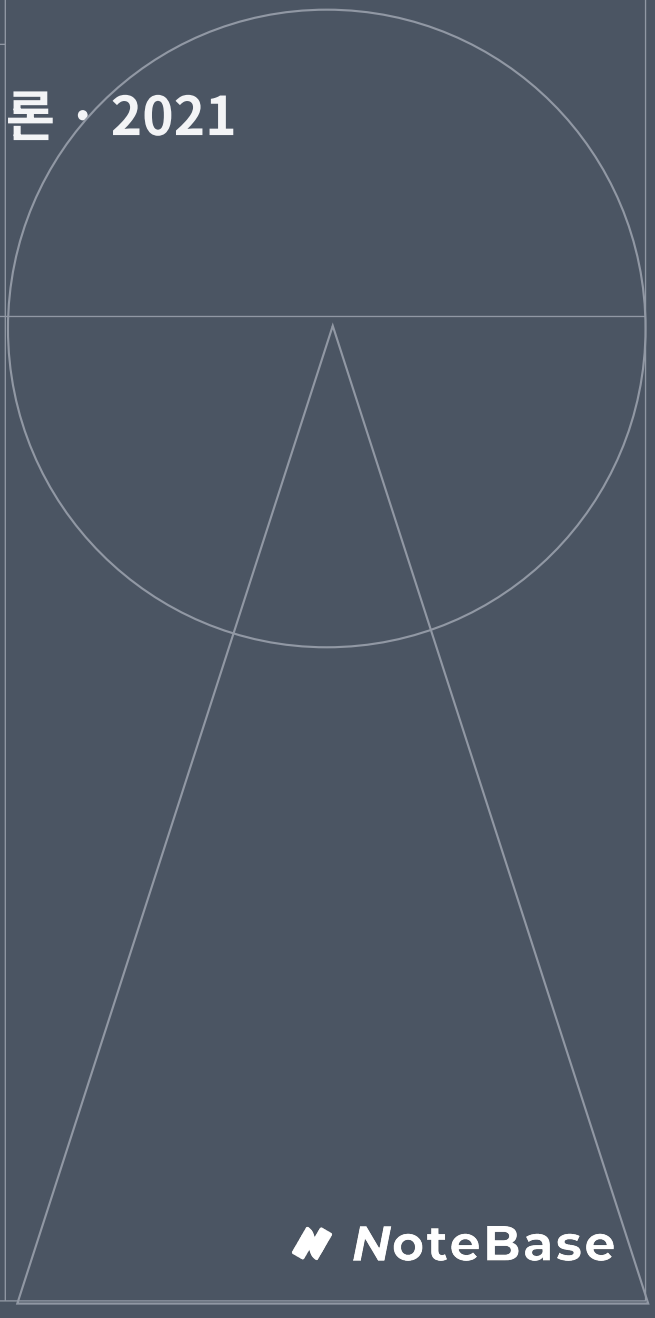
기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 통신이론 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 통신이론 · 2021

공무원/국회직/9급 · 통신이론 · 2021

1. 신호 $x(t)=\exp(jw_1t)+\exp(-jw_2t)$에 대한 푸리에 변환의 결과로 옳은 것은? (단, $w_1 \neq w_2$ 이다.)

① $2\pi\delta(w+w_1)+2\pi\delta(w+w_2)$
② $2\pi\delta(w+w_1)-2\pi\delta(w-w_2)$
③ $2\pi\delta(w-w_1)+2\pi\delta(w+w_2)$
④ $2\pi\delta(w-w_1)+2\pi\delta(w-w_2)$
⑤ $2\pi\delta(w-w_1)-2\pi\delta(w-w_2)$

정답 3번

출제 포인트

복소지수 신호의 푸리에 변환에서 시간 영역 지수의 주파수 부호와 주파수 영역 델타 함수의 위치를 정확히 대응시키는 문제이다.

조건 정리

주어진 신호는 $x(t) = e^{j\omega_1 t} + e^{-j\omega_2 t}$이다. 구해야 할 것은 각 복소지수 항의 푸리에 변환을 더한 $X(\omega)$이다. 특히 $e^{-j\omega_2 t} = e^{j(-\omega_2)t}$이므로 두 번째 델타 함수는 $\omega = -\omega_2$에 위치한다.

사용할 공식

푸리에 변환을 $X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\omega t}dt$로 정의하면 다음 변환 쌍이 성립한다.
$e^{j\omega_0 t} \longleftrightarrow 2\pi\delta(\omega - \omega_0)$
복소지수는 하나의 각주파수 성분을 나타내므로, 주파수 영역에서는 그 각주파수 위치에 델타 함수가 생긴다.
또한 푸리에 변환의 선형성에 따라 두 항의 변환 결과를 더한다.

NoteBase

계산 과정

첫 번째 항은
$e^{j\omega_1 t} \longleftrightarrow 2\pi\delta(\omega - \omega_1)$
이다. 두 번째 항은 지수의 각주파수가 $-\omega_2$이므로
$e^{-j\omega_2 t} = e^{j(-\omega_2)t} \longleftrightarrow 2\pi\delta(\omega + \omega_2)$
이다. 따라서
$X(\omega) = 2\pi\delta(\omega - \omega_1) + 2\pi\delta(\omega + \omega_2)$
가 된다.

선지 판단

① X — 첫 번째 항을 $\delta(\omega + \omega_1)$로 나타낸 부호가 틀렸다. 올바르게는 $2\pi\delta(\omega - \omega_1) + 2\pi\delta(\omega + \omega_2)$이다.
② X — 첫 번째 델타 함수의 위치가 틀리고, 두 번째 항 앞의 계수 부호도 틀렸다. 원 신호의 두 항은 더해져 있으므로 올바르게는 $2\pi\delta(\omega - \omega_1) + 2\pi\delta(\omega + \omega_2)$이다.
③ O — $e^{j\omega_1 t}$는 $\omega = \omega_1$, $e^{-j\omega_2 t}$는 $\omega = -\omega_2$에 각각 양의 계수 2π를 갖는 델타 함수를 만든다.
④ X — 두 번째 항을 $\delta(\omega - \omega_2)$로 나타낸 부호가 틀렸다. 올바르게는 두 번째 항이 $2\pi\delta(\omega + \omega_2)$이다.
⑤ X — 두 번째 델타 함수의 위치와 그 앞의 계수 부호가 모두 틀렸다. 올바르게는 $+2\pi\delta(\omega + \omega_2)$이다.

오답 포인트

시간 영역 지수의 부호를 델타 함수 괄호 안의 부호와 그대로 맞추는 것이 함정이다. $e^{j\omega_0 t}$의 스펙트럼은 $\omega = \omega_0$에 있어야 하므로 델타 함수는 $\delta(\omega - \omega_0)$가 된다. 또한 원 신호에서 두 항을 더했으므로 변환 결과의 두 델타 함수도 더해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 복소지수 항을 $e^{j\omega_0 t}$ 꼴로 바꾼 뒤, 그 ω_0를 $2\pi\delta(\omega - \omega_0)$에 대입하고 마지막에 선형적으로 합한다. 델타 함수가 0이 되는 식을 풀어 실제 위치를 확인하면 부호 오류를 줄일 수 있다.

암기 포인트

$e^{j\omega_0 t}$는 $+\omega_0$에, $e^{-j\omega_0 t}$는 $-\omega_0$에 스펙트럼 선을 만든다.

NoteBase

2. 이진 대칭 채널(BSC)로 팩시밀리 전송을 할 때, 흰색 픽셀이 전송될 확률은 $P(W)=0.8$ 이고, 검은색 픽셀이 전송될 확률은 $P(B)=0.2$이라고 가정한다. 검은색 픽셀이 전송되었을 때, 검은색 픽셀로 결정(BD)할 확률은 $P(BD|B)=0.8$, 흰색 픽셀이 전송되었을 때, 흰색이 수신되었다고 결정(WD)할 확률은 $P(WD|W)=0.8$이라고 가정한다. 수신된 픽셀이 검은색이라고 결정한 경우에, 실제로는 흰색 픽셀이 전송되었을 확률 $P(W|BD)$을 베이즈(Bayes)의 정리를 사용하여 구한 것은?

① 0.1
② 0.2
③ 0.3
④ 0.4
⑤ 0.5

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 수신기가 검은색으로 판정했다는 결과가 주어졌을 때 실제 전송 픽셀이 흰색일 사후확률을 베이즈 정리로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $P(W)=0.8$, $P(B)=0.2$, $P(BD\mid B)=0.8$, $P(WD\mid W)=0.8$이다.
구해야 할 값: $P(W\mid BD)$이다.
주의할 조건: 흰색을 전송했을 때 판정은 흰색 또는 검은색 중 하나이므로 $P(BD\mid W)=1-P(WD\mid W)=0.2$이다.

사용할 공식

베이즈 정리와 전확률 공식을 사용한다.
$P(W\mid BD)=\frac{P(BD\mid W)P(W)}{P(BD)}$
$P(BD)=P(BD\mid W)P(W)+P(BD\mid B)P(B)$
수신기가 검은색으로 판정한 사건 BD는 실제 흰색을 검은색으로 오판한 경우와 실제 검은색을 검은색으로 올바르게 판정한 경우로 나뉘므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 흰색 전송 시 검은색 판정 확률을 구한다.
$P(BD \mid W) = 1 - 0.8 = 0.2$
2. 검은색 판정이 발생할 전체 확률을 구한다.
$P(BD) = 0.2 \times 0.8 + 0.8 \times 0.2 = 0.16 + 0.16 = 0.32$
3. 베이즈 정리를 적용한다.
$P(W \mid BD) = \frac{0.2 \times 0.8}{0.32} = \frac{0.16}{0.32} = 0.5$

선지 판단

① X
- '0.1'은 베이즈 정리로 구한 사후확률 0.5와 다르다. 올바르게는 $P(W \mid BD) = 0.5$이다.

② X
- '0.2'는 $P(BD \mid W)$와 같은 값일 뿐, 검은색 판정 후 실제 흰색일 확률이 아니다. 올바르게는 $P(W \mid BD) = 0.5$이다.

③ X
- '0.3'은 검은색 판정의 전체 확률 0.32를 부정확하게 반올림한 값에 가깝고, 요구한 사후확률이 아니다. 올바르게는 $P(W \mid BD) = 0.5$이다.

④ X
- '0.4'는 분자 $P(BD \mid W)P(W) = 0.16$을 전체 검은색 판정 확률 0.32로 나눈 결과가 아니다. 올바르게는 $P(W \mid BD) = 0.5$이다.

⑤ O
- $P(W \mid BD) = 0.16/(0.16 + 0.16) = 0.5$이므로 계산 결과와 일치한다.

계산 결과가 0.5이므로 정답은 5번이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 $P(WD \mid W) = 0.8$을 그대로 사용하거나 이를 구하려는 확률로 착각하는 것이다. 관측된 판정은 BD이므로 먼저 여사건을 이용해 $P(BD \mid W) = 0.2$를 구하고, 분모에는 BD가 생기는 두 경로의 확률을 모두 더해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

판정 결과가 주어진 사후확률 문제에서는 '실제 원인 → 관측 결과'의 조건부확률을 먼저 정리한 뒤, 관측 결과가 발생하는 모든 원인을 분모에 더하고 원하는 원인의 결합확률을 분자로 둔다.

암기 포인트

베이즈 정리는 '원하는 원인과 관측 결과의 결합확률 ÷ 관측 결과의 전체 확률'이다.

NoteBase

3. 채널 코딩에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 해밍 코드, BCH 코드, RS 코드는 블록 코드이다.
② 블록 코드에서 1개 비트 오류를 정정하기 위한 최소 해밍 거리는 2이다.
③ 블록 코드에서 2개 비트 오류를 검출하기 위한 최소 해밍 거리는 3이다.
④ 비터비(Viterbi) 복호 방식은 컨볼루션(convolution) 코드 복호 방식이다.
⑤ 터보 코드(turbo code) 부호화기는 컨볼루션 코드 생성기와 인터리버 등으로 구성되어 있다.

정답 2번

출제 포인트

블록 코드의 최소 해밍 거리와 오류 정정·검출 능력의 관계, 그리고 컨벌루션 코드와 터보 코드의 부호화·복호 방식을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

블록 코드는 정보를 일정한 길이의 블록 단위로 부호화하는 방식이며, 해밍 코드·BCH 코드·RS 코드가 이에 속한다.
최소 해밍 거리 $d_{\min}$인 블록 코드가 t개의 오류를 정정하려면 $d_{\min} \geq 2t + 1$이어야 하고, s개의 오류를 검출하려면 $d_{\min} \geq s + 1$이어야 한다.
비터비 복호는 컨벌루션 코드의 트렐리스에서 가장 가능성 높은 경로를 찾는 방식이다. 터보 부호화기는 일반적으로 인터리버로 연결된 복수의 컨벌루션 부호기로 구성된다.

선지별 해설

① O — 해밍 코드, BCH 코드, RS 코드는 입력 정보를 일정 길이의 부호어로 변환하는 블록 코드이다. RS 코드는 심벌 단위의 비이진 블록 코드라는 특징이 있다.
② X — 틀린 표현은 '1개 비트 오류를 정정하기 위한 최소 해밍 거리는 2'이다. 1개 오류를 정정하려면 서로 다른 부호어의 오류 반경이 겹치지 않아야 하므로 $d_{\min} \geq 2(1) + 1 = 3$이어야 한다. 올바르게는 '최소 해밍 거리는 3'이다.
③ O — 2개 비트 오류를 모두 검출하려면 $d_{\min} \geq 2 + 1 = 3$이면 된다. 따라서 최소 해밍 거리는 3이다.
④ O — 비터비 알고리즘은 컨벌루션 코드의 트렐리스 상태 경로를 비교하여 복호하는 대표적인 방식이다.
⑤ O — 터보 부호화기는 일반적으로 두 개의 컨벌루션 부호기와 그 사이의 인터리버로 구성되며, 인터리버는 입력 순서를 재배열하여 두 부호기의 출력에 다양성을 만든다.

NoteBase

오답 포인트

②는 오류 '검출' 조건과 '정정' 조건을 바꾸어 놓은 선지이다. 최소 해밍 거리 2는 1개 오류를 검출할 수 있지만 1개 오류를 정정하기에는 부족하다.

다시 나오면 이렇게 판단

오류 개수가 주어지면 정정은 $d_{\min} \geq 2t + 1$, 검출은 $d_{\min} \geq s + 1$을 적용한다. 복호 방식에서는 비터비와 컨벌루션 코드를 연결하고, 터보 코드에서는 컨벌루션 부호기와 인터리버의 결합을 확인한다.

암기 포인트

1비트 정정에는 거리 3, 2비트 검출에도 거리 3이다. 비터비는 컨벌루션, 터보는 컨벌루션 부호기와 인터리버의 결합이다.

NoteBase

4. T1 반송파 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 시분할 다중화(TDM) 전송 기술이다.
② 전송속도는 1.544[Mbps]이다.
③ 30 채널을 다중화하여 동시에 전송할 수 있다.
④ 동기신호는 프레임 당 1개 비트를 사용한다.
⑤ 하나의 전송 프레임은 193개 비트로 구성되어 있다.

정답 3번

출제 포인트

T1 반송파 시스템의 다중화 방식, 채널 수, 프레임 구성, 전송속도의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

T1 시스템은 24개의 음성 채널을 시분할 다중화하는 디지털 전송 방식이다. 각 채널에서 프레임마다 8비트씩 취하므로 정보 비트는 192비트이고, 여기에 프레임 동기용 1비트를 더하여 한 프레임은 193비트가 된다. 초당 8,000프레임을 전송하므로 전송속도는 $193 \times 8{,}000 = 1{,}544{,}000bps = 1.544Mbps$이다.

선지별 해설

① O — T1은 여러 채널의 데이터를 시간 슬롯별로 나누어 보내는 시분할 다중화(TDM) 전송 기술이다.
② O — 한 프레임 193비트를 초당 8,000회 전송하므로 전송속도는 $1.544Mbps$이다.
③ X — 틀린 표현은 '30 채널'이다. T1 시스템은 30채널이 아니라 24채널을 다중화하여 동시에 전송한다.
④ O — 각 프레임에는 프레임 경계를 맞추기 위한 동기 비트 1개가 포함된다.
⑤ O — 24채널의 표본 비트 $24 \times 8 = 192$비트에 동기 비트 1개를 더하므로 한 전송 프레임은 193비트로 구성된다.

오답 포인트

③의 '30 채널'은 E1 시스템의 음성 채널 수와 혼동하게 만드는 표현이다. T1의 핵심 수치는 24채널, 193비트/프레임, $1.544Mbps$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

T1의 수치는 $24 \times 8 + 1 = 193$으로 연결해 판단한다. 24는 채널 수, 8은 채널당 비트 수, 1은 프레임 동기 비트이며, 여기에 초당 8,000프레임을 곱하면 $1.544Mbps$가 된다.

암기 포인트

T1은 '24채널－193비트－$1.544Mbps$'이다.

NoteBase

5. 송수신자 간에 데이터를 전달함에 있어, 전송 오류 검출 방식인 순환 중복 검사(CRC) 방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 송신측은 주로 16비트나 32비트의 다항식을 이용하여 오류검출 코드를 생성한다.

② 수신측은 받은 데이터(오류 검출 코드 포함)를 송신측에서 적용한 것과 동일한 다항식으로 나누어 생성된 나머지 값으로 전송 오류가 발생했는가를 판단한다.

③ CRC 방식은 귀환 시프트 레지스터(feedback shift register)로 쉽게 구현될 수 있다.

④ CRC 방식은 오류정정이 불가능하다.

⑤ CRC 방식은 연집 오류(burst error)를 모두 검출해 낼 수 있다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 CRC의 생성·검사 원리, 구현 방식, 오류 검출 범위를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

CRC는 송신 데이터를 생성다항식으로 나눈 나머지를 검사 코드로 붙이고, 수신측에서 같은 생성다항식으로 다시 나눈 나머지를 확인하여 오류를 검출하는 방식이다. CRC는 오류 검출 방식이므로 오류의 위치를 찾아 고치지는 못한다. 생성다항식의 차수가 r이면 길이가 r 이하인 모든 연집 오류는 검출하지만, 그보다 긴 연집 오류까지 모두 검출하는 것은 아니다.

선지별 해설

① O — 송신측은 생성다항식을 이용해 나머지를 구하고 이를 CRC 코드로 만든다. CRC-16과 CRC-32처럼 차수가 16 또는 32인 생성다항식이 널리 사용된다.

② O — 수신측은 CRC를 포함한 수신 비트열을 송신측과 같은 생성다항식으로 나눈다. 나머지가 0이 아니면 전송 오류가 검출된 것으로 판단한다.

③ O — CRC 연산은 생성다항식의 계수에 맞춘 배타적 논리합 연산과 귀환 구조를 사용하는 선형 귀환 시프트 레지스터로 간단히 구현할 수 있다.

④ O — CRC는 오류를 검출할 뿐 오류 위치와 올바른 비트값을 알려 주지 않으므로 자체적인 오류정정은 불가능하다.

⑤ X — 틀린 표현은 '연집 오류를 모두 검출해 낼 수 있다'이다. 올바르게는 생성다항식의 차수가 r일 때 길이가 r 이하인 모든 연집 오류는 검출할 수 있지만, 길이가 r보다 긴 연집 오류는 검출이 보장되지 않는다.

NoteBase

오답 포인트

⑤의 '모두'가 함정이다. CRC의 연집 오류 검출 능력에는 생성다항식의 차수에 따른 범위가 있으므로, 길이와 관계없이 모든 연집 오류를 검출한다고 단정할 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

CRC 문항에서는 송신측의 나머지 생성, 수신측의 같은 다항식 사용, 귀환 시프트 레지스터 구현, 검출 전용이라는 특징을 먼저 확인한다. 연집 오류에 '모두'라는 표현이 나오면 생성다항식의 차수 이하인지 확인한다.

암기 포인트

CRC는 같은 다항식으로 나머지를 검사하며, 정정은 못 하고 차수 이하의 연집 오류는 모두 검출한다.

NoteBase

6. 두 랜덤변수 X와 Y의 결합 확률 밀도 함수 $f_{XY}(x,y)$에 대한 성질로 옳지 않은 것은?

① 모든 x와 y에 대해 $f_{XY}(x,y) \geq 0$

② $P\{x_1 < X < x_2, y_1 < Y < y_2\} = \int_{y_1}^{y_2}\int_{x_1}^{x_2} f_{XY}(x,y)\,dx\,dy$

③ $f_Y(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f_{XY}(x,y)\,dy$

④ $F_{XY}(x,y) = \int_{-\infty}^{y}\int_{-\infty}^{x} f_{XY}(a,b)\,da\,db$

⑤ $\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} f_{XY}(x,y)\,dx\,dy = 1$

정답 3번

출제 포인트

결합확률밀도함수의 비음수성, 구간확률, 주변확률밀도함수, 결합누적분포함수, 정규화 성질을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

결합확률밀도함수 $f_{XY}(x, y)$는 두 연속확률변수 X, Y가 특정 영역에 속할 확률을 이중적분으로 나타내는 함수이다. 항상 0 이상이고, 전체 평면에서 적분하면 1이다. 한 변수의 주변확률밀도함수는 다른 변수를 전 구간에 걸쳐 적분하여 구하므로 $f_Y(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f_{XY}(x, y)dx$이다.

선지별 해설

① O — 확률밀도함수는 모든 x, y에서 음수가 될 수 없으므로 $f_{XY}(x, y) \geq 0$이다.

② O — 직사각형 영역 $x_1 < X < x_2, y_1 < Y < y_2$의 확률은 그 영역에서 $f_{XY}(x, y)$를 이중적분한 값이다. 연속확률변수에서는 경계점의 확률이 0이므로 부등호가 엄격해도 제시된 적분식이 성립한다.

③ X — 틀린 부분은 $f_Y(y)$를 구하면서 적분 미분요소를 dy로 쓴 것이다. y는 남겨 두고 x를 제거해야 하므로 올바른 식은 $f_Y(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f_{XY}(x, y)dx$이다.

④ O — 결합누적분포함수는 $F_{XY}(x, y) = P(X \leq x, Y \leq y)$이므로 a와 b를 각각 $-\infty$부터 x, y까지 적분한 제시식이 맞다.

⑤ O — 전체 평면에서의 확률은 1이므로 $\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} f_{XY}(x, y)dxdy = 1$이다.

오답 포인트

③은 적분 구간이 $-\infty$부터 ∞까지라는 점만 보고 맞다고 판단하기 쉽다. 주변밀도에서 남길 변수와 적분으로 없앨 변수를 구분해야 하며, $f_Y(y)$를 구할 때에는 y가 아니라 x에 대해 적분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

주변확률밀도함수의 아래첨자에 적힌 변수는 결과에 남기고, 나머지 변수를 전 구간에 걸쳐 적분한다. 즉 $f_Y(y)$ 이면 x에 대해 적분하고 미분요소가 dx인지 확인한다.

암기 포인트

주변밀도는 '남길 변수는 그대로, 없앨 변수는 전 구간 적분'이다.

NoteBase

7. **AM(DSB-LC) 변조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**

① AM 변조는 양측파대 반송파억압(DSB-SC) 변조와 비교하여 전력 효율이 좋다.

② AM 변조 신호에 대해 포락선 검파(envelope detection)를 할 때, 변조지수가 1보다 크면 신호의 왜곡이 발생한다.

③ AM 변조기로는 비선형소자를 사용하는 제곱 변조기(power law modulator)가 있다.

④ AM 변조는 잔류측파대(VSB) 방식에 비해 소요 대역폭이 넓다.

⑤ AM 변조에서 변조지수가 클수록 전력 효율이 좋아진다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 반송파를 함께 전송하는 AM(DSB-LC)의 전력 효율, 포락선 검파 조건, 변조기, 대역폭 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

AM(DSB-LC)은 반송파와 상·하측파대를 함께 전송하는 진폭변조 방식이다. 반송파는 정보 성분을 담지 않으므로 전체 송신 전력에서 측파대 전력이 차지하는 비율인 전력 효율이 DSB-SC보다 낮다. 단일 정현파 변조에서 변조지수를 m이라 하면 전력 효율은 $\eta = \frac{m^2}{2+m^2}$이며, 정상 변조 범위 $0 \leq m \leq 1$에서 $m = 1$일 때 최대 $\frac{1}{3}$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

AM(DSB-LC)은 정보가 없는 반송파에도 큰 전력을 사용하므로 반송파를 억압하는 DSB-SC보다 전력 효율이 낮다. 틀린 표현은 ‘DSB-SC 변조와 비교하여 전력 효율이 좋다’이며, 올바르게는 ‘DSB-SC 변조보다 전력 효율이 나쁘다’이다.

② O

포락선 검파에서는 변조지수가 1을 초과하면 과변조가 되어 포락선이 원래 메시지 신호의 모양을 유지하지 못하므로 출력에 왜곡이 발생한다.

③ O

제곱 변조기는 비선형소자의 제곱항에서 입력 신호와 반송파의 곱 성분을 만들어 AM 신호를 발생시키는 방식이다.

④ O

AM(DSB-LC)은 상·하측파대를 모두 보내므로 메시지 대역폭이 W일 때 전송 대역폭은 $2W$이다. VSB는 한쪽 측파대와 다른 쪽의 일부 잔류 측파대만 전송하므로 AM보다 필요한 대역폭이 좁다.

⑤ O

전력 효율 $\eta = \frac{m^2}{2+m^2}$는 정상 변조 범위에서 변조지수 m가 커질수록 증가한다. 다만 포락선 검파를 위한 정상 변조에서는 $m \leq 1$이어야 한다.

오답 포인트

‘반송파를 함께 보내면 수신과 검파가 쉬워진다’는 장점과 ‘전력 효율이 좋다’를 혼동하기 쉽다. AM(DSB-LC)은 간단한 포락선 검파가 가능하지만, 정보가 없는 반송파에 전력을 소비하므로 DSB-SC보다 전력 효율은 낮다.

다시 나오면 이렇게 판단

반송파 포함 여부를 먼저 확인한다. 반송파를 포함하는 DSB-LC는 포락선 검파가 쉽지만 전력 효율이 낮고, 반송파를 억압하는 DSB-SC는 동기 검파가 필요하지만 전력 효율이 높다.

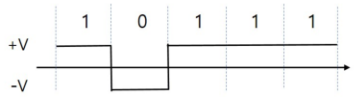
암기 포인트

DSB-LC는 반송파 포함·검파 용이·효율 저하, DSB-SC는 반송파 억압·동기 검파·효율 향상이다.

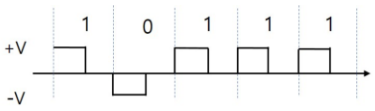
NoteBase

8. 디지털 데이터 '10111'에 대해 주어진 라인 코딩이 옳게 수행되지 않은 것은?

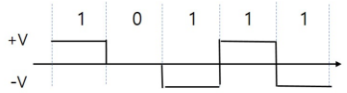
① 극형 영비복귀(NRZ)



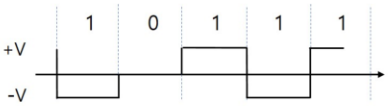
② 극형 영복귀(RZ)



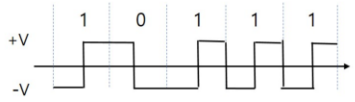
③ AMI (Alternate Mark Inversion)



④ 차분 맨체스터 (Differential Manchester)



⑤ 맨체스터(Manchester)



정답 4번

출제 포인트

디지털 데이터 10111에 대해 각 라인 코딩 방식의 전압 준위와 비트 구간 내 전이 규칙이 파형에 올바르게 나타났는지를 판단하는 문제이다. 특히 차분 맨체스터는 데이터값과 관계없이 모든 비트의 중앙에서 반드시 전이가 일어난다.

선지별 해설

① O — 극형 영비복귀(NRZ)는 1을 +V, 0을 -V로 나타내고 비트 구간 중간에 0 준위로 복귀하지 않는다. 그림은 10111을 +V, -V, +V, +V, +V로 표시하므로 옳다.

② O — 극형 영복귀(RZ)는 각 비트의 앞부분에서 1을 +V, 0을 -V로 표시한 뒤 같은 비트 구간 안에서 0 준위로 돌아간다. 그림은 이 규칙에 맞으므로 옳다.

③ O — AMI는 0을 0 준위로 나타내고, 1이 나올 때마다 +V와 -V를 번갈아 사용한다. 그림의 네 개의 1은 +V, -V, +V, -V 순으로 교대하므로 옳다.

④ X — 제시된 차분 맨체스터 파형에는 각 비트 중앙의 필수 전이가 없다. 틀린 파형 → 올바르게는 10111의 모든 비트 중앙에서 반드시 전이가 일어나고, 비트 시작점의 전이 유무로 0과 1을 구분해야 한다.

⑤ O — 맨체스터 코딩은 각 비트 중앙에서 반드시 전이하며, 그림은 1을 중앙의 저준위→고준위 전이, 0을 고준위→저준위 전이로 나타낸다. 10111의 각 비트 중앙에 해당 전이가 있으므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

④의 파형에 비트 경계 부근의 전압 변화가 있다는 이유만으로 차분 맨체스터라고 판단하기 쉽다. 그러나 차분 맨체스터의 핵심은 경계 전이 자체가 아니라 모든 비트 중앙에 반드시 전이가 존재한다는 점이며, ④는 이 조건을 충족하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 비트 중앙의 전이를 확인한다. 맨체스터와 차분 맨체스터는 모든 비트 중앙에 전이가 있어야 한다. 그다음 일반 맨체스터는 중앙 전이의 방향으로 데이터를 구분하고, 차분 맨체스터는 비트 시작점의 전이 유무로 데이터를 구분한다.

암기 포인트

맨체스터 계열은 중앙 전이가 필수이고, 차분 맨체스터의 데이터 판정 기준은 비트 시작점의 전이 유무이다.

NoteBase

9. 4G LTE-A 기술에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 주파수 묶음(carrier aggregation) 기술은 서로 다른 주파수 대역의 신호를 동시에 전송하는 방식이다.
② MIMO 시스템은 다중경로 신호가 존재하지 않는 경우에도 다중화 이득(용량 증가)을 얻을 수 있다.
③ 상향 링크에는 SC-FDMA를 사용하고 하향링크에는 OFDMA 다중접속 기법을 사용한다.
④ 양방향 전송을 위해 FDD와 TDD를 모두 지원한다.
⑤ SC-FDMA 기술은 단말기의 전력 소모를 줄이는 효과가 있다.

정답 2번

출제 포인트

LTE-A의 핵심 기술인 주파수 묶음, MIMO, 상·하향 다중접속 방식, 복신 방식의 특징을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

주파수 묶음은 여러 구성 반송파를 결합하여 더 넓은 전송 대역폭을 확보하는 기술이다.
MIMO의 공간 다중화는 서로 독립적으로 구별되는 복수의 공간 채널을 이용해 여러 데이터 스트림을 동시에 보내므로 다중경로 환경이 중요하다.
LTE 계열은 상향 링크에 PAPR이 낮은 SC-FDMA를, 하향 링크에 OFDMA를 사용하며 FDD와 TDD를 모두 지원한다.

선지별 해설

① O — 주파수 묶음은 서로 다른 반송파 주파수 자원을 결합하여 동시에 이용함으로써 전체 전송 대역폭과 데이터 전송률을 높이는 기술이다.
② X — 틀린 표현은 '다중경로 신호가 존재하지 않는 경우에도 다중화 이득을 얻을 수 있다'이다. 공간 다중화 이득을 얻으려면 송수신 안테나 사이에 서로 독립적으로 구별되는 복수의 공간 채널이 형성되어야 하며, 다중경로가 없는 단일한 전파 경로에서는 채널의 독립성이 부족해 공간 다중화 이득을 얻기 어렵다. 올바르게는 '공간 다중화 이득은 서로 독립적으로 구별되는 복수의 공간 채널이 형성될 때 얻을 수 있으며, 일반적인 단일 LOS 경로에서는 채널 랭크가 부족하기 쉽다'이다.
③ O — LTE 계열은 단말의 상향 링크에 SC-FDMA를 사용하고 기지국의 하향 링크에 OFDMA를 사용한다.
④ O — LTE-A는 주파수로 상·하향을 분리하는 FDD와 시간으로 상·하향을 분리하는 TDD를 모두 지원한다.
⑤ O — SC-FDMA는 OFDMA보다 첨두전력 대 평균전력비가 낮아 단말 전력증폭기의 효율을 높이고 전력 소모를 줄이는 데 유리하다.

NoteBase

오답 포인트

②는 MIMO를 사용하기만 하면 언제나 용량이 증가한다고 생각하게 만드는 선지이다. MIMO의 이득에는 빔포밍·다이버시티 이득과 공간 다중화 이득이 있으며, 이 선지가 말하는 공간 다중화 이득은 독립적인 공간 채널이 확보되어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

MIMO 선지에서 '다중화 이득'을 보면 안테나 수만 확인하지 않고 공간 채널의 독립성까지 확인한다. 상·하향 방식은 '상향 SC-FDMA, 하향 OFDMA'로 구분하고, 복신 방식은 FDD와 TDD를 모두 지원한다는 점을 적용한다.

암기 포인트

CA는 대역폭 확장, MIMO 공간 다중화는 독립 채널, 상향은 SC-FDMA, 하향은 OFDMA이다.

NoteBase

10. 망 접속형태의 설명으로 옳지 않은 것은?

① 트리(Tree) 방식: 다수의 허브(스위치)를 이용하여 트리형태로 노드들을 연결하는 방식으로 망 확장이 어렵다.

② 링(Ring) 방식: 노드를 원과 같은 링 형태로 연결하는 방식으로 이중링으로 구성하면 단선을 우회할 수 있다.

③ 스타(Star) 방식: 모든 노드들을 중앙제어노드에 연결하는 방식으로 병목 현상 발생 가능성이 있다.

④ 버스(Bus) 방식: 하나의 공통배선으로부터 모든 노드가 연결되는 방식으로 트래픽이 많은 경우 망 효율이 떨어진다.

⑤ 메쉬(Mesh) 방식: 모든 노드 간에 점대점 방식으로 직접 연결하는 방식으로 선로를 구축하는데 비용이 많이 든다.

정답 1번

출제 포인트

망 접속형태별 연결 구조와 그에 따른 확장성, 장애 영향, 비용의 차이를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

트리형은 계층적으로 분기되는 구조이므로 하위 노드나 가지를 덧붙여 망을 비교적 쉽게 확장할 수 있다. 링형은 각 노드가 고리 형태로 연결되고, 이중 링은 한쪽 경로의 장애에 대비할 수 있다. 스타형은 모든 노드가 중앙 장치에 연결되므로 중앙 장치에 부하가 집중될 수 있다. 버스형은 하나의 공통 전송로를 공유하므로 트래픽이 많아지면 충돌과 대기 증가로 효율이 낮아질 수 있다. 완전 메시형은 모든 노드 쌍을 직접 연결하므로 신뢰성은 높지만 링크 수가 많아 구축 비용이 크다.

NoteBase

선지별 해설

① X
트리형은 다수의 허브나 스위치를 계층적인 가지 구조로 연결한다. 틀린 표현은 '망 확장이 어렵다'이다.
올바르게는 기존 계층에 하위 노드나 새로운 가지를 추가할 수 있어 망 확장이 비교적 쉽다.

② O
링형은 노드들을 원형의 폐쇄 경로로 연결한다. 이중 링은 두 개의 전송 경로를 두어 한쪽 경로가 끊겨도 다른 경로로 우회할 수 있으므로 단선에 대한 신뢰성을 높일 수 있다.

③ O
스타형은 모든 노드가 중앙제어노드에 개별 연결된다. 통신과 제어가 중앙 장치에 집중되므로 트래픽이 몰리면 중앙 장치가 병목 지점이 될 수 있다.

④ O
버스형은 모든 노드가 하나의 공통 배선을 공유한다. 트래픽이 증가하면 전송 매체에 대한 경쟁과 충돌 가능성이 커져 망 효율이 낮아질 수 있다.

⑤ O
완전 메시형은 모든 노드 쌍을 점대점 방식으로 직접 연결한다. 노드 수가 늘수록 필요한 링크와 인터페이스가 급격히 증가하므로 선로 구축 비용이 많이 든다.

오답 포인트

①의 '트리형은 계층 구조이므로 복잡하고 확장도 어렵다'라는 인상을 사실로 받아들이기 쉽다. 그러나 계층 구조는 가지 단위로 노드를 추가할 수 있게 하므로 확장에 유리하다. 트리형의 대표적인 약점은 확장 곤란이 아니라 상위 허브나 연결 구간의 장애가 그 아래 하위 망에 영향을 줄 수 있다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 연결 모양을 찾고 그 구조에서 자원과 장애가 어디에 집중되는지 판단한다. 트리는 계층적 분기와 확장, 링은 순환 경로와 우회, 스타는 중앙 집중과 병목, 버스는 공통선 공유와 트래픽 저하, 메시는 다중 직접 연결과 높은 비용으로 연결한다.

암기 포인트

트리는 가지 추가로 확장, 링은 이중화로 우회, 스타는 중앙 병목, 버스는 공통선 혼잡, 메시는 고신뢰·고비용이다.

NoteBase

11. 어떤 FM 복조기 출력의 잡음 전력 스펙트럼 밀도가 다음과 같을 때, 잡음 전력으로 옳은 것은?

$$S_{n_z}(\omega)=\begin{cases}\dfrac{N_0\omega^2}{A_c^2}, & |\omega| \le 2\pi B_x \\ 0, & |\omega| > 2\pi B_x\end{cases}$$

(여기에서 N_0는 채널의 배경 잡음 전력 스펙트럼 밀도, A_C 는 반송파의 진폭, B_x는 복조기의 동작 대역폭이다)

① $\dfrac{N_0 B_x^2}{2\pi A_c^2}$

② $\dfrac{N_0 B_x^3}{2\pi A_c^3}$

③ $\dfrac{4\pi N_0 B_x^2}{A_c^2}$

④ $\dfrac{8\pi^2 N_0 B_x^3}{3A_c^2}$

⑤ $\dfrac{4\pi N_0 B_x^2}{A_c}$

정답 4번

출제 포인트

잡음 전력 스펙트럼 밀도를 전체 각주파수 구간에서 적분하여 잡음 전력, 즉 평균제곱값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $|\omega| \le 2\pi B_x$에서 $S_{n_z}(\omega) = N_0\omega^2/A_c^2$이고, 그 밖의 구간에서는 0이다.
구해야 할 값: 복조기 출력 잡음 전력 P_{n_z}이다.
주의할 조건: 각주파수 ω에 대한 양측 PSD이므로 적분 앞에 $1/(2\pi)$가 붙으며, 적분 구간은 $-2\pi B_x$부터 $2\pi B_x$까지이다.

사용할 공식

$P_{n_z} = R_{n_z}(0) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} S_{n_z}(\omega)d\omega$
잡음 전력은 자기상관함수의 원점 값이며, 각주파수로 표현된 전력 스펙트럼 밀도의 전체 면적에 $1/(2\pi)$를 곱한 값이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

PSD가 0이 아닌 구간만 적분하면
$P_{n_z} = \frac{1}{2\pi}\int_{-2\pi B_x}^{2\pi B_x} \frac{N_0\omega^2}{A_c^2} d\omega$
이다. ω^2는 짝함수이므로
$P_{n_z} = \frac{N_0}{2\pi A_c^2} \cdot 2\int_0^{2\pi B_x} \omega^2 d\omega$
$= \frac{N_0}{\pi A_c^2}\left[\frac{\omega^3}{3}\right]_0^{2\pi B_x} = \frac{N_0}{\pi A_c^2} \cdot \frac{(2\pi B_x)^3}{3}$
$= \frac{8\pi^2 N_0 B_x^3}{3A_c^2}$
가 된다.

선지 판단

① X — $N_0 B_x^2/(2\pi A_c^2)$는 ω^2를 적분하면 대역폭의 세제곱이 된다는 점을 반영하지 못한 식이다. 올바른 잡음 전력은 $8\pi^2 N_0 B_x^3/(3A_c^2)$이다.
② X — $N_0 B_x^3/(2\pi A_c^3)$는 반송파 진폭의 분모를 A_c^3으로 바꾼 점과 적분 계수가 잘못되었다. PSD의 $1/A_c^2$는 적분 후에도 그대로이므로 올바른 식은 $8\pi^2 N_0 B_x^3/(3A_c^2)$이다.
③ X — $4\pi N_0 B_x^2/A_c^2$는 대역폭을 제곱으로 둔 식이다. ω^2의 적분 결과는 $\omega^3/3$이므로 올바른 식은 $8\pi^2 N_0 B_x^3/(3A_c^2)$이다.
④ O — 양측 구간 적분과 각주파수 PSD의 $1/(2\pi)$ 정규화를 모두 적용한 결과 $8\pi^2 N_0 B_x^3/(3A_c^2)$가 된다.
⑤ X — $4\pi N_0 B_x^2/A_c$는 대역폭의 차수와 반송파 진폭의 차수를 모두 잘못 둔 식이다. 올바르게는 B_x^3에 비례하고 A_c^2에 반비례하여 $8\pi^2 N_0 B_x^3/(3A_c^2)$이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 각주파수 PSD의 적분에서 $1/(2\pi)$를 빠뜨리거나, 양측 대칭구간을 적분하면서 2를 빠뜨리는 것이다. 또한 ω^2를 적분하면 상한 $2\pi B_x$의 세제곱이 되므로 결과가 B_x^3에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각주파수 PSD가 주어지면 먼저 $P_n = (1/(2\pi))\int_{-\infty}^{\infty} S_n(\omega)d\omega$를 세우고, PSD가 0이 아닌 구간만 적분한다. 짝함수이면 대칭성을 이용한 뒤 상한과 계수의 차수를 검산한다.

암기 포인트

각주파수 PSD의 잡음 전력은 $1/(2\pi)$ 곱하기 전체 면적이다. ω^2형 PSD를 폭 B_x까지 적분하면 전력은 B_x^3에 비례한다.

NoteBase

12. 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 직교하는 다수의 협대역 부반송파를 이용한다.
② 다중화 기술이면서 다중 반송파 변조 기술이다.
③ N개의 데이터 심벌을 N개의 부반송파로 직렬로 순차적으로 변조한다.
④ CP(Cyclic Prefix)를 첨가하면 심볼 간 간섭(ISI)의 영향을 줄일 수 있다.
⑤ 부반송파들의 스펙트럼은 중첩되지만 직교성은 유지된다.

정답 3번

출제 포인트

OFDM의 직교 부반송파, 병렬 전송, 순환 전치(CP)의 역할을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

OFDM은 고속 직렬 데이터열을 여러 개의 저속 병렬 데이터열로 나눈 뒤, 서로 직교하는 다수의 협대역 부반송파에 각각 변조하여 동시에 전송하는 다중 반송파 변조 방식이다. 부반송파의 스펙트럼은 서로 겹칠 수 있지만 직교성 때문에 올바른 복조 시점에서 상호 간섭이 발생하지 않는다. CP는 OFDM 심벌의 뒷부분을 앞에 복사해 붙인 보호 구간으로, 다중경로에 따른 심벌 간 간섭을 줄이고 부반송파 간 직교성을 유지하는 데 이용된다.

선지별 해설

① O — OFDM은 서로 직교하는 다수의 협대역 부반송파를 사용한다. 각 부반송파의 전송률을 낮추어 주파수 선택적 채널의 영향을 다루기 쉽게 한다.
② O — OFDM은 여러 부반송파에 데이터를 나누어 싣는 다중화 방식이면서, 각 부반송파를 변조하는 다중 반송파 변조 방식이다.
③ X — 틀린 표현은 '직렬로 순차적으로 변조한다'이다. 실제로는 직렬 데이터열을 N개의 병렬 데이터 심벌로 변환한 뒤, N개의 직교 부반송파에 각각 실어 동시에 전송한다.
④ O — CP를 삽입하면 다중경로로 지연된 이전 심벌의 영향이 보호 구간에 머물게 할 수 있으므로 심벌 간 간섭(ISI)을 줄일 수 있다. 일반적으로 CP 길이가 채널의 최대 지연 확산을 충분히 포함해야 한다.
⑤ O — 부반송파 스펙트럼의 영점이 다른 부반송파의 중심 주파수에 놓이도록 배치하므로 스펙트럼이 중첩되어도 직교성이 유지된다.

NoteBase

오답 포인트

③은 입력 데이터가 처음에는 직렬이라는 사실과 실제 OFDM 변조·전송이 병렬이라는 사실을 바꾸어 놓았다. OFDM에서는 직렬 입력을 병렬로 변환한 뒤 여러 부반송파에 동시에 실으며, 부반송파를 하나씩 순차적으로 변조해 보내지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

OFDM 선지는 '직렬 입력 → 병렬 변환 → 직교 부반송파에 동시 전송'의 흐름으로 판단한다. 스펙트럼 중첩 자체는 오류가 아니며, 직교성 유지 여부와 CP의 ISI 완화 역할을 함께 확인한다.

암기 포인트

OFDM은 직렬 입력을 병렬화해 직교 부반송파로 동시에 보내고, CP로 다중경로 ISI를 줄인다.

NoteBase

13. 가우시안 랜덤 변수 X의 확률 밀도 함수(pdf)가 $f_X(x)$로, 누적 분포 함수(cdf)를 $F_X(x)$로 표현할 때, 다음 중 옳지 않은 식은? (단, 가우시안 랜덤 변수 X의 평균은 0이고 분산은 1이라고 가정하고, 오차와 관련한 함수는 $erf(z)=\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^z e^{-t^2}dt$와 $erfc(z)=\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_z^\infty e^{-t^2}dt$로 주어진다)

① $F_X(x)=\frac{1}{2}(1-erfc(\frac{x}{\sqrt{2}}))$

② $f_X(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\exp(-\frac{x^2}{2})$

③ $erf(-z)=-erf(z)$

④ $F_X(x)=\frac{1}{2}+\frac{1}{2}erf(\frac{x}{\sqrt{2}})$

⑤ $erfc(\infty)=0$

정답 1번

출제 포인트

표준정규분포의 누적분포함수 $F_X(x)$를 오차함수 *erf*와 여오차함수 *erfc*로 나타내고, 두 함수의 관계를 판별하는 문제이다.

조건 정리

주어진 확률변수는 평균이 0이고 분산이 1인 표준정규 확률변수이다.
확률밀도함수는 $f_X(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-x^2/2}$이고, 누적분포함수는 $F_X(x)=\int_{-\infty}^{x} f_X(u)du$이다.
정의에서 $erfc(z)=1-erf(z)$가 성립한다.

사용할 공식

표준정규 누적분포함수는 다음과 같다.
F_X(x)=12+12erf≤ft((x)/(2))
또한 $erfc(z)=1-erf(z)$이므로 다음과 같이 바꿀 수 있다.
F_X(x)=1-12erfc≤ft((x)/(2))=12erfc≤ft(-(x)/(2))
이는 정규밀도의 적분에서 t=u/2로 치환하면 오차함수의 정의와 같은 적분이 되기 때문에 사용하는 공식이다.

NoteBase

계산 과정

정규분포의 대칭성을 이용하면 F_X(0)=12이다. 그런데 ①의 식에 $x = 0$을 대입하면 $erfc(0) = 1$이므로 우변은 12(1-1)=0이 된다. 따라서 ①은 즉시 틀린 식임을 확인할 수 있다.
정확한 변환은 $erfc(z) = 1 - erf(z)$를 이용한 F_X(x)=1-12erfc(x/2)이다.

선지 판단

① X — 12[1-erfc(x/2)]=12erf(x/2)이므로 누적분포함수에 필요한 상수항 12가 빠져 있다. 틀린 표현은 F_X(x)=12[1-erfc(x/2)]이고, 올바르게는 F_X(x)=1-12erfc(x/2)이다.
② O — 평균 0, 분산 1인 표준정규분포의 확률밀도함수는 $f_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\exp(-x^2/2)$이다.
③ O — 정의에서 적분 구간을 바꾸거나 적분함수 e^{-t^2}의 짝함수 성질을 이용하면 $erf(-z) = -erf(z)$가 되어 erf는 홀함수이다.
④ X — 원문의 식은 F_X(x)=12+12erf(-x/2)이다. erf가 홀함수이므로 이 식의 우변은 12-12erf(x/2)=1-F_X(x)가 되어 일반적으로 누적분포함수와 같지 않다. 올바른 식은 F_X(x)=12+12erf(x/2)이다. 따라서 원문 수식대로라면 ①과 ④가 모두 틀리지만, 공식 정답은 ①로 제시되어 있다.
⑤ O — erfc(z)=(2)/(π) ∫ _z^∞e^-t^2 dt에서 하한이 무한대로 가면 적분 구간이 사라지므로 $erfc(\infty) = 0$이다.

오답 포인트

①은 $1 - erfc(z) = erf(z)$라는 관계 자체는 이용했지만, 누적분포함수의 중앙값 F_X(0)=12를 만드는 상수항을 누락한 식이다. 12[1-erfc(z)]와 1-12erfc(z)에서 괄호와 계수의 위치가 다르다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

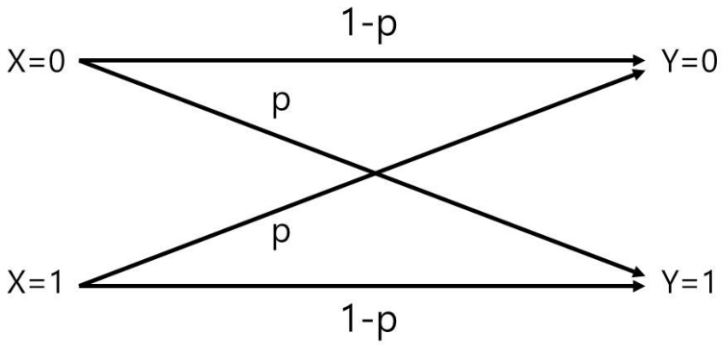
표준정규 누적분포함수 식은 먼저 F_X(0)=12, $F_X(-\infty) = 0$, $F_X(\infty) = 1$을 만족하는지 대입해 검산한다. 그다음 $erfc(z) = 1 - erf(z)$를 적용해 상수항과 계수를 확인한다.

암기 포인트

F_X(x)=12[1+erf(x/2)]=1-12erfc(x/2)이며, erf는 홀함수이고 $erfc(\infty) = 0$이다.

NoteBase

14. 아래 그림과 같은 1bit 심볼 전송을 위한 이진 대칭 채널(BSC)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 천이 확률 p = 0 이면 채널 용량은 채널 입력에 의해 완전히 결정되고, 그 값은 1[bit/symbol]이다.

② 천이 확률 p가 0에서 0.5로 증가함에 따라 채널 용량은 선형적으로 증가한다.

③ p = 0.1 이고 0을 전송할 확률이 0.4, 1을 전송할 확률이 0.6 이라고 가정하면, 수신기에서 실제 1이 수신된 확률은 0.58 이다.

④ X = 1일 확률 P(X = 1) = 0.5 이면 정보원의 엔트로피 H(X)는 1이 된다.

⑤ 천이 확률 p = 1 이면 채널 용량은 채널 입력에 의해 완전히 결정되고, 그 값은 1[bit/symbol]이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 이진 대칭 채널(BSC)의 채널 용량 $C = 1 - H_2(p)$, 입력·출력 확률의 관계, 그리고 완전 반전 채널의 성질을 판단하는 문제이다.

조건 정리

BSC에서는 입력 비트가 같은 값으로 출력될 확률이 $1 - p$, 반대 값으로 출력될 확률이 p이다.
채널 용량은 입력분포를 최적으로 선택했을 때 전달할 수 있는 최대 상호정보량이며, 단위는 *bit/symbol*이다.

NoteBase

사용할 공식

이진 엔트로피는
$H_2(p) = -p\log_2 p - (1-p)\log_2(1-p)$
이고, BSC의 채널 용량은
$C = 1 - H_2(p)$
이다. 또한 출력이 1일 확률은 전확률 공식에 따라
$P(Y=1) = P(X=0)p + P(X=1)(1-p)$
이다. BSC의 용량은 교차확률 p가 만드는 불확실성을 이진 엔트로피로 차감하여 구하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. $p = 0$이면 $H_2(0) = 0$이므로 $C = 1$이다.
2. $0 \le p \le 0.5$에서 $H_2(p)$는 0에서 1로 비선형적으로 증가하므로 $C = 1 - H_2(p)$는 1에서 0으로 비선형적으로 감소한다.
3. ③의 조건에서는 $P(Y=1) = 0.4 \times 0.1 + 0.6 \times 0.9 = 0.04 + 0.54 = 0.58$이다.
4. $P(X=1) = 0.5$이면 입력은 균등분포이므로 $H(X) = H_2(0.5) = 1$이다.
5. $p = 1$이면 출력은 항상 입력의 반대이지만 그 관계가 확정적이므로 수신기가 다시 반전하여 입력을 완전히 복원할 수 있고, $C = 1 - H_2(1) = 1$이다.

선지 판단

① O — $p = 0$이면 오류가 전혀 없어 $Y = X$가 되고, $C = 1 - H_2(0) = 1 bit/symbol$이다.
② X — '채널 용량은 선형적으로 증가한다'가 틀렸다. 올바르게는 p가 0에서 0.5로 증가할수록 채널 용량은 $1 - H_2(p)$에 따라 1에서 0으로 비선형적으로 감소한다.
③ O — $Y = 1$은 0이 오류로 1이 되는 경우와 1이 정상적으로 1이 되는 경우이므로
$0.4 \times 0.1 + 0.6 \times 0.9 = 0.58$이다.
④ O — X가 0과 1을 각각 0.5의 확률로 가지면 $H(X) = H_2(0.5) = 1$이다.
⑤ O — $p = 1$이면 모든 비트가 확정적으로 반전될 뿐 정보가 소실되지 않는다. 따라서 입력은 출력으로 완전히 결정되며 채널 용량은 $1 bit/symbol$이다.

오답 포인트

②에서는 교차확률이 커진다는 사실을 곧바로 용량 증가로 연결하면 안 된다. $0 \le p \le 0.5$에서는 오류의 불확실성이 커져 용량이 감소하며, 그 변화도 선형이 아니라 이진 엔트로피 곡선을 따른다. 또한 $p = 1$은 무작위 오류가 아니라 확정적 반전이므로 $p = 0.5$와 달리 정보를 잃지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $C = 1 - H_2(p)$를 적용하고 $p = 0, 0.5, 1$에서 용량이 각각 1, 0, 1임을 확인한다. 출력확률은 가능한 입력 경로별로 '입력확률 × 전이확률'을 계산해 더한다.

NoteBase

암기 포인트

BSC 용량은 $C = 1 - H_2(p)$이다. $p = 0.5$는 완전한 무작위라 용량이 0이고, $p = 0$과 $p = 1$은 출력이 입력과 확정적으로 대응하므로 용량이 1이다.

NoteBase

15. 통신망의 OSI-7 계층 모델에 대해 각 계층별 역할을 설명한 것으로 옳지 않은 것은?

① 물리(Physical) 계층: 물리적인 전송 매체를 통한 비트 전송에 관여한다.
② 데이터 링크(Data link) 계층: 노드와 노드 간에 프레임(frame) 단위로 데이터 전달에 관여한다.
③ 네트워크(Network) 계층: 발신지로부터 최종 목적지까지 패킷(packet)의 전달에 관여한다.
④ 세션(Session) 계층: 포트 주소를 참고로 프로세스와 프로세스간의 메시지 전달에 관여한다.
⑤ 표현(Presentation) 계층: 데이터 압축, 암호화 수행에 관여한다.

정답 4번

출제 포인트

OSI 7계층에서 각 계층이 처리하는 전송 단위와 통신 범위를 구분하는 문제이다. 특히 세션 계층과 전송 계층의 역할을 구별해야 한다.

핵심 개념

물리 계층은 전송 매체를 통해 비트를 보내며, 데이터 링크 계층은 인접 노드 사이에서 프레임을 전달한다. 네트워크 계층은 발신지에서 최종 목적지까지 패킷의 경로 선택과 전달을 담당한다. 전송 계층은 포트 주소를 이용하여 프로세스 간 종단 통신을 제공하고, 세션 계층은 응용 프로세스 사이의 세션을 설정·유지·종료한다. 표현 계층은 데이터 형식 변환, 압축, 암호화를 담당한다.

선지별 해설

① O — 물리 계층은 케이블·무선 등 물리적 전송 매체를 통해 비트 단위의 신호를 전송하는 데 관여한다.
② O — 데이터 링크 계층은 인접한 노드와 노드 사이에서 프레임 단위의 전달을 담당한다.
③ O — 네트워크 계층은 패킷의 경로를 선택하고 발신지에서 최종 목적지까지 전달하는 데 관여한다.
④ X — 틀린 표현은 '포트 주소를 참고로 프로세스와 프로세스 간의 메시지 전달'이다. 이는 전송 계층의 역할이다. 올바르게는 세션 계층이 응용 프로세스 사이의 세션을 설정·유지·동기화·종료하는 데 관여한다고 해야 한다.
⑤ O — 표현 계층은 데이터의 표현 형식을 변환하고 압축과 암호화·복호화를 수행하는 데 관여한다.

오답 포인트

④의 '프로세스 간 전달'이라는 말만 보고 세션 계층으로 오인하기 쉽다. 그러나 포트 주소와 프로세스 간 종단 전달은 전송 계층의 핵심 표현이고, 세션 계층의 핵심은 대화 세션의 설정·유지·종료이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전송 단위와 핵심 키워드를 연결하여 판단한다. 비트는 물리, 프레임은 데이터 링크, 패킷은 네트워크, 포트·프로세스 간 전달은 전송, 세션 관리는 세션, 압축·암호화는 표현 계층에 대응한다.

암기 포인트

포트는 전송 계층, 세션의 설정·유지·종료는 세션 계층이다.

NoteBase

16. 부호 분할 다중 접속(CDMA) 기술에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 2, 3세대 이동통신 시스템에 적용된 기술이다.
② 사용되는 직교코드 중에 Walsh 코드가 있다.
③ 동기식 IS-95 시스템에서 short PN 코드는 하향 링크에서 기지국을 구분하는 용도로 사용된다.
④ 동기식 IS-95 시스템에서 long PN 코드는 상향 링크에서 단말기를 구분하는 용도로 사용된다.
⑤ W-CDMA에서 하향 링크의 각 채널(사용자)을 구분하기 위해 스크램블링(scrambling) 코드를 사용한다.

정답 5번

출제 포인트

CDMA 계열에서 Walsh 코드, short PN 코드, long PN 코드, 스크램블링 코드가 각각 무엇을 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

CDMA는 여러 사용자가 같은 주파수 대역과 시간 구간을 공유하면서 서로 다른 확산 코드를 이용해 신호를 구분하는 다중 접속 방식이다.
동기식 IS-95 하향 링크에서는 Walsh 코드가 채널을 직교적으로 구분하고, short PN 코드의 위상 오프셋이 기지국 또는 섹터를 구분한다. 상향 링크에서는 단말별로 마스킹된 long PN 코드가 사용자를 구분한다.
W-CDMA 하향 링크에서는 채널화 코드가 한 기지국 안의 채널·사용자를 구분하고, 스크램블링 코드는 기지국 또는 셀을 구분한다. 상향 링크의 스크램블링 코드는 단말을 구분하는 데 사용된다.

선지별 해설

① O — CDMA는 2세대의 IS-95 계열과 3세대의 W-CDMA 계열 이동통신 시스템에 적용된 기술이다.
② O — 동기식 IS-95의 하향 링크에서는 서로 직교하는 Walsh 코드를 이용해 기지국이 전송하는 채널들을 구분한다.
③ O — 동기식 IS-95 하향 링크의 short PN 코드는 서로 다른 위상 오프셋을 부여하여 기지국 또는 섹터를 구분하는 데 사용된다.
④ O — 동기식 IS-95 상향 링크에서는 단말마다 다른 long PN 코드 마스크를 적용하므로 단말기를 구분할 수 있다.
⑤ X — 틀린 표현은 '하향 링크의 각 채널(사용자)을 구분하기 위해 스크램블링 코드를 사용한다'이다. W-CDMA 하향 링크에서 한 셀 안의 채널·사용자는 채널화 코드로 구분하고, 스크램블링 코드는 기지국 또는 셀을 구분하는 데 사용된다.

NoteBase

오답 포인트

⑤는 W-CDMA에서 채널화 코드와 스크램블링 코드의 역할을 바꾸어 놓은 선지이다. 특히 하향 링크의 스크램블링 코드를 사용자 구분용으로 오해하기 쉽지만, 하향에서는 셀 구분이 핵심이고 사용자·채널 구분은 채널화 코드가 담당한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 상향 링크인지 하향 링크인지 확인한 뒤, '채널·사용자 구분'과 '기지국·셀 구분'을 나눈다. W-CDMA 하향 링크에서는 채널화 코드가 채널·사용자를, 스크램블링 코드가 기지국·셀을 구분한다고 판단한다.

암기 포인트

W-CDMA 하향은 채널화 코드로 사용자·채널 구분, 스크램블링 코드로 셀 구분이다. IS-95는 하향 short PN으로 기지국 구분, 상향 long PN으로 단말 구분이다.

NoteBase

17. 이동통신 환경의 페이딩(fading)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 빠른 속도로 움직이는 이동체가 느린 속도의 이동체보다 도플러 효과에 의한 주파수 천이가 더 크다.

② 반사, 산란 등으로 신호 전파가 여러 경로를 거쳐 수신되어 수신 레벨이 급격히 변동되는 것을 다중 경로 페이딩이라 한다.

③ CDMA 시스템에서는 레이크(rake) 수신기를 사용하여 다중 경로 페이딩 신호를 결합하여 수신 신호대 잡음비를 개선한다.

④ 주파수 선택적 페이딩은 다중 경로 지연 확산으로 인한 것으로 신호 왜곡이 발생한다.

⑤ 이동 단말에서 도플러 확산이 신호의 대역폭보다 매우 작은 경우는 신호 왜곡이 발생한다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 이동통신 페이딩의 원인인 도플러 효과와 다중 경로 전파, 그리고 시간 선택성·주파수 선택성의 구별을 묻는 문제이다.

핵심 개념

도플러 효과: 송수신기의 상대 운동 때문에 수신 주파수가 변하는 현상이며, 이동 속도가 빠를수록 최대 도플러 주파수 천이가 커진다.

다중 경로 페이딩: 반사·산란·회절된 신호들이 서로 다른 지연과 위상으로 수신되어 신호 세기가 변하는 현상이다.

주파수 선택적 페이딩: 다중 경로 지연 확산 때문에 신호의 주파수 성분들이 서로 다르게 감쇠되는 현상으로, 심벌 간 간섭과 파형 왜곡을 일으킬 수 있다.

느린 페이딩: 도플러 확산이 신호 대역폭보다 매우 작아 한 심벌 동안 채널이 거의 변하지 않는 경우이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 도플러 주파수 천이는 이동 속도에 비례하므로, 같은 반송파 주파수와 이동 방향이라면 빠른 이동체에서 더 크게 나타난다.
② O — 반사와 산란 등으로 여러 경로를 거친 신호가 서로 다른 지연과 위상으로 합성되면 수신 레벨이 급격히 변하는 다중 경로 페이딩이 발생한다.
③ O — CDMA의 레이크 수신기는 시간적으로 분리 가능한 다중 경로 성분을 각각 수신한 뒤 결합하여 수신 신호대 잡음비와 수신 성능을 개선한다.
④ O — 다중 경로 지연 확산이 커서 신호 대역 내 주파수 성분들이 서로 다른 페이딩을 겪으면 주파수 선택적 페이딩이 발생하며, 이는 심벌 간 간섭과 신호 왜곡을 일으킬 수 있다.
⑤ X — 틀린 표현은 '도플러 확산이 신호의 대역폭보다 매우 작은 경우는 신호 왜곡이 발생한다'이다. 올바르게는 이 경우 채널 변화가 한 심벌에 비해 느린 느린 페이딩에 해당하므로, 심벌 중 채널 변화에 따른 시간 선택성 왜곡은 발생하지 않는다고 본다.

오답 포인트

⑤는 도플러 확산이 존재한다는 사실만 보고 곧바로 신호 왜곡이 생긴다고 판단하게 만든다. 왜곡 여부의 핵심은 도플러 확산의 절대적 존재가 아니라 신호 대역폭과의 상대적 크기이며, 도플러 확산이 훨씬 작으면 채널은 신호에 비해 천천히 변한다.

다시 나오면 이렇게 판단

이동 속도는 도플러 주파수 천이의 크기와 연결하고, 다중 경로 지연 확산은 주파수 선택성과 연결한다. 도플러 확산과 신호 대역폭을 비교할 때 도플러 확산이 작으면 느린 페이딩, 크면 빠른 페이딩으로 판단한다.

암기 포인트

속도가 빠르면 도플러 천이는 커지고, 지연 확산이 크면 주파수 선택적 페이딩이 되며, 도플러 확산이 신호 대역폭보다 작으면 느린 페이딩이다.

NoteBase

18. 초고속 광통신의 전송매체인 광섬유에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 광섬유는 주위 전자파에 의한 간섭의 영향이 크다.
② 광섬유의 재료는 SiO_2즉, 유리 성분이므로 구리선에 비해 전송량 대비 가격이 저렴하다.
③ 전송 용량을 높이기 위하여 파장분할 다중화(WDM) 방법을 사용할 수 있다.
④ 광섬유 내에서 빛을 가이드하기 위하여 매질의 굴절률 차이를 이용한다.
⑤ 감쇠된 광신호를 증폭하기 위하여 광전/전광 변환없이 광섬유 증폭기의 사용이 가능하다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 광섬유의 전송 원리와 전송매체로서의 특징을 묻는다. 특히 광섬유가 전기 신호가 아니라 빛을 이용하므로 전자기 간섭에 강하다는 점을 판단해야 한다.

핵심 개념

광섬유는 굴절률이 높은 코어와 굴절률이 낮은 클래딩의 경계에서 일어나는 전반사를 이용하여 빛을 전달하는 유전체 전송매체이다. 빛으로 신호를 전송하므로 외부 전자파의 영향을 거의 받지 않으며, 파장분할 다중화로 여러 파장의 신호를 동시에 보내 전송 용량을 늘릴 수 있다. 광섬유 증폭기는 광신호를 전기신호로 바꾸지 않고 광 상태에서 직접 증폭한다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '주위 전자파에 의한 간섭의 영향이 크다'이다. 광섬유는 비전도성 유전체 안에서 빛으로 신호를 전달하므로 전자기 간섭의 영향을 거의 받지 않는다. 올바르게는 '광섬유는 주위 전자파에 의한 간섭에 강하다'이다.
② O — 광섬유의 주재료는 이산화규소 계열의 유리이며, 가볍고 가는 선로로 큰 전송 용량을 제공하므로 전송 용량을 기준으로 한 비용이 구리선보다 저렴하다.
③ O — 파장분할 다중화(WDM)는 서로 다른 파장의 광신호를 한 광섬유에 동시에 실어 보내므로 광섬유의 전송 용량을 높일 수 있다.
④ O — 코어와 클래딩의 굴절률 차이로 전반사가 일어나며, 이 전반사가 빛을 광섬유 내부에 가두어 진행하게 한다.
⑤ O — 광섬유 증폭기는 감쇠된 광신호를 광전 변환과 전광 변환 없이 광 상태에서 직접 증폭할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '간섭의 영향이 크다'는 구리선과 광섬유의 특성을 뒤바꾼 표현이다. 구리선은 전기 신호를 전달하여 전자기 간섭의 영향을 받을 수 있지만, 광섬유는 빛을 전달하므로 전자기 간섭에 강하다. 또한 ⑤의 광섬유 증폭기를 전기식 중계기와 혼동하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

광섬유 문항에서는 '빛을 이용한다'는 사실에서 핵심 특성을 연결한다. 빛을 사용하므로 전자기 간섭에 강하고, 굴절률 차이에 따른 전반사로 전송하며, WDM으로 용량을 늘리고, 광증폭기로 광전·전광 변환 없이 증폭할 수 있다.

암기 포인트

광섬유는 전반사로 전달하고, 전자파 간섭에 강하며, WDM으로 다중화하고, 광 상태로 직접 증폭한다.

NoteBase

19. 신호 $x(t)=e^{-at}u(t)$ (여기서 $u(t)$는 단위 계단 함수이고, $a>0$)의 에너지로 옳은 것은?

① $\frac{1}{a}$

② $\frac{1}{2a}$

③ $\frac{1}{a^2}$

④ $\frac{2}{a^2}$

⑤ $\frac{2}{a}$

정답 2번

출제 포인트

단위 계단 함수가 곱해진 지수 신호의 에너지를 정의에 따라 적분하는 문제이다.

조건 정리

주어진 신호는 $x(t) = e^{-at}u(t)$이고 $a > 0$이다. $u(t)$ 때문에 $t < 0$에서는 신호가 0이므로 적분 구간은 0부터 ∞까지이다. 구해야 할 값은 신호 에너지 E이다.

사용할 공식

신호 에너지는 $E = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt$로 정의된다. 이 신호는 $t \geq 0$에서만 존재하고 $a > 0$이어서 제곱한 지수함수의 적분이 수렴하므로 이 공식을 적용한다.

계산 과정

단위 계단 함수의 구간을 반영하면 $E = \int_0^{\infty} |e^{-at}|^2 dt = \int_0^{\infty} e^{-2at} dt$. 이를 적분하면 $E = \left[-\frac{1}{2a} e^{-2at}\right]_0^{\infty} = \frac{1}{2a}$. 따라서 계산 결과는 $\frac{1}{2a}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $\frac{1}{a}$는 에너지 계산에서 신호를 제곱하지 않고 e^{-at}를 그대로 적분할 때 나오는 값이다. $\frac{1}{a}$가 아니라 $\frac{1}{2a}$가 옳다.
② O — $\int_0^\infty e^{-2at}dt = \frac{1}{2a}$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — $\frac{1}{a^2}$는 a의 차수를 잘못 정한 값이다. 지수함수 e^{-2at}를 t에 대해 적분하면 분모에 $2a$가 한 번만 생기므로 $\frac{1}{2a}$가 옳다.
④ X — $\frac{2}{a^2}$는 분모의 차수와 계수를 모두 잘못 계산한 값이다. 정확한 적분값은 $\frac{1}{2a}$이다.
⑤ X — $\frac{2}{a}$는 정확한 에너지의 4배인 값이다. 신호를 제곱하여 지수의 계수를 $2a$로 만든 뒤 적분해야 하므로 $\frac{1}{2a}$가 옳다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 에너지를 구하면서 $x(t)$를 그대로 적분하여 ①을 고르는 것이다. 에너지는 신호 자체가 아니라 절댓값의 제곱 $|x(t)|^2$을 적분하므로 지수 $-at$가 $-2at$로 바뀐다.

다시 나오면 이렇게 판단

에너지 신호 문제에서는 먼저 $|x(t)|^2$을 만든 뒤 단위 계단 함수로 적분 구간을 정하고, 마지막으로 적분의 수렴 조건을 확인한다.

암기 포인트

$e^{-at}u(t)$의 에너지는 $a > 0$일 때 $\frac{1}{2a}$이다. 핵심은 에너지 정의의 제곱 때문에 지수의 계수가 a에서 $2a$로 바뀐다는 점이다.

NoteBase

20. 위성통신에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 인공위성의 고도가 낮을수록 지구 주위를 빠르게 회전한다.
② 위성통신 주파수 대역에서 Ku 밴드의 주파수가 C 밴드보다 높다.
③ 정지궤도 위성의 공전 주기는 24시간이다.
④ 정지궤도 위성의 경사각(inclination angle)은 45도이다.
⑤ 일반적으로 극궤도 위성은 저궤도를 사용한다.

정답 4번

출제 포인트

위성의 고도와 공전 속도의 관계, 위성통신 주파수 대역의 높낮이, 정지궤도와 극궤도의 특징을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

정지궤도 위성: 지구의 자전 방향으로 적도 상공의 원형 궤도를 돌며, 공전 주기가 지구의 자전 주기와 같아 지상에서 한 지점에 정지한 것처럼 보이는 위성이다. 궤도 경사각은 0도이다.
극궤도 위성: 궤도면이 극지방 부근을 지나도록 운용하는 위성으로, 지구 전역을 관측하기 위해 일반적으로 저궤도를 이용한다.
주파수 대역: 위성통신에서 Ku 밴드는 C 밴드보다 높은 주파수 영역이다.

선지별 해설

① O — 원궤도에서 위성의 고도가 낮아지면 궤도 반지름이 작아지고 공전 속도는 빨라지며 공전 주기는 짧아진다.
② O — 위성통신용 Ku 밴드는 C 밴드보다 높은 주파수 대역에 속한다.
③ O — 정지궤도 위성의 공전 주기는 지구의 자전 주기와 같으며, 통상 약 24시간으로 나타낸다.
④ X — 틀린 표현은 '경사각은 45도'이다. 정지궤도는 적도면과 일치하는 궤도이므로 경사각은 0도이다.
⑤ O — 극궤도 위성은 극지방 부근을 지나면서 지구의 넓은 영역을 반복 관측해야 하므로 일반적으로 저궤도를 사용한다.

오답 포인트

정지궤도의 공전 주기가 약 24시간이라는 조건만 기억하고 궤도면 조건을 놓치기 쉽다. 정지궤도가 되려면 공전 주기뿐 아니라 적도 상공의 원형 궤도, 지구 자전과 같은 방향, 경사각 0도라는 조건도 충족해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

정지궤도 선지는 '적도 상공·원형 궤도·자전과 같은 방향·약 24시간·경사각 0도'를 묶어서 판단한다. 주파수 대역은 C보다 Ku가 높고, 궤도 고도는 낮을수록 공전 속도가 빠르고 주기가 짧다는 관계를 적용한다.

암기 포인트

정지궤도는 약 24시간·적도면·경사각 0도, 주파수는 C보다 Ku가 높다.

NoteBase