

9급 (공무원/군무원), 공기업(전공) 시험대비

# 통신공학

## 핵심과정

개념확인 및 핵심기출문제

편저 김한기

합격 5단계 : 마무리과정  
적중N제합격 4단계 : 실전과정  
실전동형모의고사합격 3단계 : 기출과정  
과년도기출문제합격 2단계 : 핵심과정  
개념정리 및 핵심문제합격 1단계 : 기본과정  
개념확인 및 출제경향확인문제

정통하얏나!



@JeongTongEDU



@정통에듀



<b>제 1 편</b>	<b>통신공학</b>	9
	<b>제1장 무선통신개론</b>	11
	개념확인 1 변조(Modulation)의 목적	12
	개념확인 2 변조의 종류	13
	개념확인 3 진폭변조(Amplitude Modulation:AM)	15
	개념확인 4 각도 변조(Angle Modulation)	18
	개념확인 5 펄스 변조(Pulse Modulation)	19
	개념확인 6 펄스 부호 변조(PCM : Pulse Code Modulation)	20
	개념확인 7 기저대역 전송	24
	개념확인 8 디지털 연속변조	24
	개념확인 9 전송 속도	27
	개념확인 10 무선 통신의 잡음(Noise)	28
	▪ 출제경향확인문제	31
	<b>제2장 AM 송신기</b>	59
	개념확인 1 AM 송신기	60
	개념확인 2 LC발진기	61
	개념확인 3 수정발진기	63
	개념확인 4 RC 발진기	64
	개념확인 5 완충 증폭기(Buffer Amplifier), 주파수 체배기(Frequency Multiplier)	66
	▪ 출제경향확인문제	70
	<b>제3장 AM 수신기</b>	73
	개념확인 1 AM 수신기	74
	개념확인 2 슈퍼헤테로다인 수신기	75
	개념확인 3 고주파 증폭기(RF Amp)	77
	개념확인 4 검파기(DET:Detector)	79
	▪ 출제경향확인문제	81

<b>제4장</b>	<b>SSB 송·수신기</b>	87
개념확인 1	SSB 송신기(Single Sideband Transmitter)	88
■ 출제경향확인문제		90
<b>제5장</b>	<b>FM 송신기</b>	91
개념확인 1	FM 송신기 구조	92
■ 출제경향확인문제		96
<b>제6장</b>	<b>FM 수신기</b>	97
개념확인 1	FM 수신기 구조	98
개념확인 2	주파수 변별기(Frequency Discriminator)	99
개념확인 3	스quelch(Squelch)회로, PLL(Phase Locked Loop)	101
■ 출제경향확인문제		103
<b>제7장</b>	<b>Microwave 다중통신</b>	107
개념확인 1	Microwave 통신방식의 특징	108
개념확인 2	다중화	109
개념확인 3	PCM/TDM	110
개념확인 4	마이크로파 중계 방식	111
개념확인 5	이동통신	113
개념확인 6	이동통신망	116
개념확인 7	항법장치	118
개념확인 8	레이더	120
개념확인 9	마이크로파 전자관	122
■ 출제경향확인문제		124
<b>제8장</b>	<b>위성통신</b>	127
개념확인 1	위성통신	128
개념확인 2	위성 통신의 종류	130
개념확인 3	GPS(Global Positioning System)	135
■ 출제경향확인문제		138

<b>제 2 편</b>	<b>통신공학</b>	143
	<b>제1장 무선통신시스템의 기초</b>	145
	개념확인 1 무선통신시스템의 개요	146
	개념확인 2 디지털통신시스템	148
	개념확인 3 아날로그 변조	150
	개념확인 4 PCM	154
	개념확인 5 디지털 중계기	159
	개념확인 6 Baseband 전송	161
	개념확인 7 PCM-TDM 다중화	163
	개념확인 8 디지털 연속 변조	165
	개념확인 9 전송속도	168
	개념확인 10 채널 용량	169
	개념확인 11 채널 부호화(channel coding)-ARQ	171
	개념확인 12 채널 부호화(channel coding)-FEC	173
	개념확인 13 전파(電波)의 전파(傳播)이론	178
	개념확인 14 전파의 감쇠	181
	개념확인 15 전파 통로에 의한 분류	183
	개념확인 16 초단파대(VHF) 이상의 전파특성	186
	▪ 출제경향확인문제	188
	<b>제2장 대역확산(SS) 변조통신방식</b>	197
	개념확인 1 대역 확산(Spread Spectrum) 변조 통신방식	198
	개념확인 2 대역 확산(Spread Spectrum) 변조 통신방식의 종류	200
	개념확인 3 PN코드, 처리이득	204
	▪ 출제경향확인문제	207
	<b>제3장 다중화와 다중접속</b>	209
	개념확인 1 다중화와 다중접속	210
	개념확인 2 다중접속(다원접속, 다자간의 접속)	214
	▪ 출제경향확인문제	220

<b>제4장</b>	<b>OFDM 변조기술</b>	223
개념확인 1	OFDM	224
▪	출제경향확인문제	235
<b>제5장</b>	<b>무선통신응용기술 시스템</b>	237
개념확인 1	ISM band(비 면허대역)	238
개념확인 2	무선 LAN	241
개념확인 3	무선 LAN의 표준기술	245
개념확인 4	MAC 계층 기술	247
개념확인 5	무선 LAN의 전송방식	250
개념확인 6	무선 단거리 통신시스템(WPAN)	254
개념확인 7	WPAN 기술	260
▪	출제경향확인문제	263
<b>제6장</b>	<b>무선통신 프로토콜(Protocol)</b>	269
개념확인 1	OSI 7계층 PROTOCOL	270
개념확인 2	프로토콜의 기능	276
개념확인 3	OSI 7계층 참조모델	280
개념확인 4	OSI 7계층의 기능과 특징	284
개념확인 5	인터넷워킹(Internetworking)	300
개념확인 6	TCP/IP PROTOCOL	301
▪	출제경향확인문제	307
<b>제7장</b>	<b>이동 통신 시스템 구성</b>	311
개념확인 1	셀룰러 이동통신 시스템 개념과 세대 분류	312
개념확인 2	이동 통신 시스템의 순 방향과 역 방향 채널	316
개념확인 3	IS-95-CDMA 와 WCDMA[3G]시스템	323
개념확인 4	이동통신 시스템의 발전	338
개념확인 5	LTE-Advanced 시스템	351
개념확인 6	무선 이동통신의 신기술	356

개념확인 7	Digital 방송 주요 기술	369
■	출제경향확인문제	375
<b>제8장</b>	<b>무선통신시스템 계획과 관리</b>	391
개념확인 1	무선통신시스템 계획과 관리	392
개념확인 2	전송량의 단위	402
개념확인 3	가동률	403
■	출제경향확인문제	407
<b>제9장</b>	<b>통신이론</b>	411
개념확인 1	신호의 분류	412
개념확인 2	기본 신호 파형	413
개념확인 3	직교 벡터 좌표계와 직교 함수 좌표계	417
개념확인 4	푸리에 급수 (Fourier Series)	418
개념확인 5	푸리에 변환 (Fourier Transform)	425
개념확인 6	콘볼루션(convolution)	437
■	출제경향확인문제	440



## 제 1 편

# 통신공학





## 제 1 장

# 무선통신개론

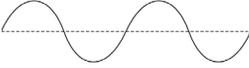
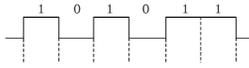
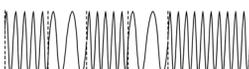
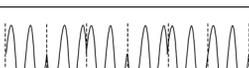
- 1 변조(Modulation)의 목적
- 2 변조의 종류
- 3 진폭변조(Amplitude Modulation : AM)
- 4 각도 변조(Angle Modulation)
- 5 펄스 변조(Pulse Modulation)
- 6 펄스 부호 변조(PCM : Pulse Code Modulation)
- 7 기저대역 전송
- 8 디지털 연속변조
- 9 전송 속도
- 10 무선 통신의 잡음(Noise)

**개념확인 1 변조(Modulation)의 목적**

■ 변조(Modulation)

변조란(Modulation)란 보내고자 하는 정보신호를 전송로 상에 보내기 알맞은 신호 형태로 변환하는 과정을 말하며, 신호파(Signal)를 반송파(Carrier)의 진폭, 주파수, 위상 등에 실어 보내는 것을 의미한다.

[Analog 변조방식과 Digital 변조방식의 비교]

Analog 변조 방식		Digital 변조 방식	
신호파형		신호파형	
AM		ASK	
FM		FSK	
PM		PSK	

(1) 변조의 목적

- ① 원거리 전송을 하기 위하여
- ② 주파수 분할 다중화(FDM)를 행하여 다중통신을 할 수 있다.
- ③ 송·수신 안테나(Antenna)의 길이 문제를 해결하여 효과적인 방사 또는 수신을 위하여
- ④ 각종 잡음과 혼선, 간섭으로부터 정보를 보호하기 위하여

개념확인문제

다음 중 변조의 필요성에 해당되지 않은 것은?

- ① 전송채널에서 간섭과 잡음을 줄이기 위함이다.
- ② 다중통신을 하기 위함이다.
- ③ 원거리 통신을 하기 위함이다.
- ④ 좀 더 긴 파장의 신호를 만들기 위함이다.

정답: ④



## 개념확인 2

## 변조의 종류

### 1. 연속변조(반송파가 sine, cosine파와 같은 연속함수인 경우)

#### (1) Analog 변조(신호파가 Analog 신호인 경우)

##### ① AM(진폭 변조)

Analog 신호파를 연속함수 형태를 갖는 반송파의 진폭(Amplitude)에 실어 보내는 변조 방식

##### ② FM(주파수 변조)

Analog 신호파를 연속함수 형태를 갖는 반송파의 주파수(Frequency)에 실어 보내는 변조 방식

##### ③ PM(위상 변조)

Analog 신호파를 연속함수 형태를 갖는 반송파의 위상(Phase)에 실어 보내는 변조 방식

#### (2) Digital 변조(신호파가 Digital 신호인 경우)

##### ① ASK(진폭편이 변조)

Digital 신호파를 연속함수 형태를 갖는 반송파의 진폭(Amplitude)에 실어 보내는 변조 방식

##### ② FSK(주파수편이 변조)

Digital 신호파를 연속함수 형태를 갖는 반송파의 주파수(Frequency)에 실어 보내는 변조 방식

##### ③ PSK(위상편이 변조)

Digital 신호파를 연속함수 형태를 갖는 반송파의 위상(Phase)에 실어 보내는 변조 방식

##### ④ QAM(직교진폭변조)

Digital 신호파를 연속함수 형태를 갖는 반송파의 진폭(Amplitude)과 위상(Phase)에 실어 보내는 변조 방식

종류 \ 구분	아날로그(Analog) 변조	디지털(Digital) 변조
진폭 변조	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DSB(양측파대 변조)</li> <li>• SSB(단측파대 변조)</li> <li>• VSB(잔류측파대 변조)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASK(진폭 변이변조)</li> </ul>
각도 변조	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FM(주파수 변조)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FSK(주파수 편이변조)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PM(위상 변조)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PSK(위상 편이 변조)</li> <li>• DPSK(차동 위상 편이변조)</li> <li>• MSK(Minimum Shift Keying)</li> </ul>
복합 변조	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AM·PM(진폭 위상 변조)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APSK(진폭 위상 편이변조)</li> <li>• QAM(직교 진폭 변조)</li> </ul>

## 2. 펄스변조(반송파가 pulse열인 경우)

### (1) Analog 변조(신호파가 Analog 신호인 경우)

① PAM(Pulse Amplitude Modulation)

Analog 신호를 pulse의 크기로 변화시키는 변조방식

② PWM(Pulse Width Modulation)

Analog 신호를 pulse의 폭으로 변화시키는 변조방식

③ PPM(Pulse Position Modulation)

Analog 신호를 pulse의 위치로 변화시키는 변조방식

### (2) Digital 변조(신호파가 Digital 신호인 경우)

① PCM(Pulse Code Modulation)

Analog 신호를 표본화를 하여 PAM파로 만든 다음 양자화, 부호화를 거쳐 digital 신호로 만들어 전송하는 변조방식

② PNM(Pulse Number Modulation)

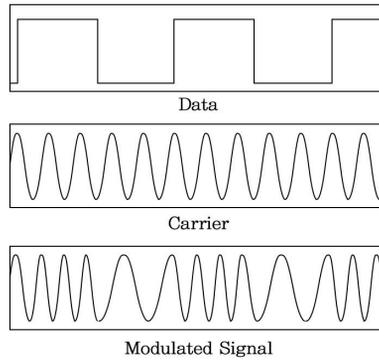
Analog 신호를 pulse의 수로 변화시키는 변조방식

③ DM(Delta Modulation)

Analog 신호를 표본화, 양자화, 부호화를 거쳐 digital 신호로 만들어 전송하는 변조방식 중 1bit 양자화를 행하여 정보량을 줄이는 방식

개념확인문제

다음 그림은 어떤 변조 파형인가?



- ① ASK
- ② FSK
- ③ PSK
- ④ QAM

정답 : ②

개념확인 3 **진폭변조(Amplitude Modulation : AM)**

신호파의 크기에 따라 반송파 진폭을 변화시키는 방식

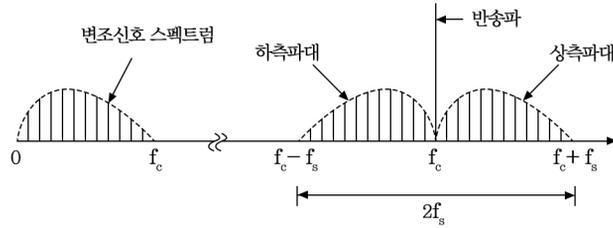
$$e_c = V_c \cos \omega_c t \quad \text{[반송파]}$$

$$e_s = V_s \cos \omega_s t \quad \text{[신호파]}$$

$$\begin{aligned} e_{AM} &= (V_c + V_s \cos \omega_s t) \cos \omega_c t \\ &= V_c \left( 1 + \frac{V_s}{V_c} \cos \omega_s t \right) \cos \omega_c t \\ &= V_c (1 + m \cos \omega_s t) \cos \omega_c t \quad \text{[피변조파]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{AM} &= V_c (1 + m \cos \omega_s t) \cos \omega_c t = V_c \cos \omega_c t + m V_c \cos \omega_s t \cos \omega_c t \\ &= V_c \cos \omega_c t + \frac{m V_c}{2} \cos (\omega_c + \omega_s) t + \frac{m V_c}{2} \cos (\omega_c - \omega_s) t \end{aligned}$$

제1항(반송파)      제2항(상측파대)      제3항(하측파대)



[진폭변조의 스펙트럼]

(1) AM 파의 전력

$$P_c = \frac{\left(\frac{V_c}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} = \frac{V_c^2}{2R} \text{ [W]} \quad \text{[반송파전력]}$$

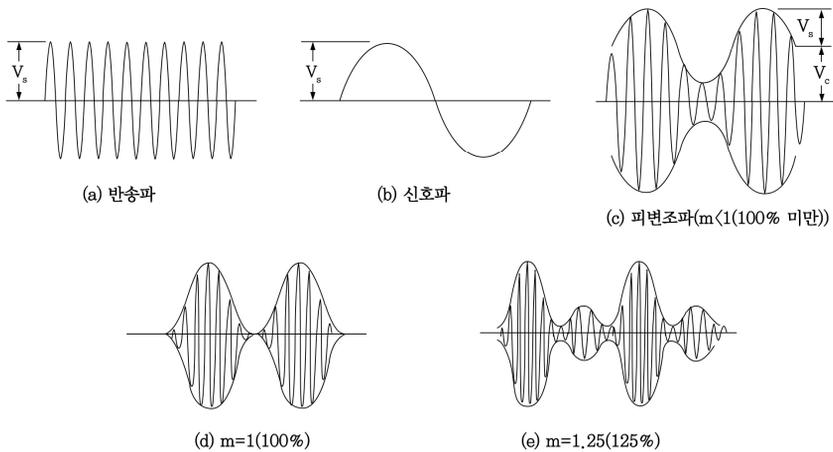
$$P_u = \left(\frac{\frac{m V_c}{2}}{\sqrt{2}}\right)^2 \times \frac{1}{R} = \frac{m^2 V_c^2}{8R} = \frac{m^2}{4} \times \frac{V_c^2}{2R} = \frac{m^2}{4} P_c \text{ [W]} \quad \text{[상측파대 전력]}$$

$$P_l = \left(\frac{\frac{m V_c}{2}}{\sqrt{2}}\right)^2 \times \frac{1}{R} = \frac{m^2 V_c^2}{8R} = \frac{m^2}{4} \times \frac{V_c^2}{2R} = \frac{m^2}{4} P_c \text{ [W]} \quad \text{[하측파대 전력]}$$

$$P_{AM} = P_c \left(1 + \frac{m^2}{4} + \frac{m^2}{4}\right) = P_c \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) \text{ [W]} \quad \text{[피변조파 전력]}$$

$$\therefore P_c : P_u : P_l = 1 : \frac{m^2}{4} : \frac{m^2}{4}$$

(2) 변조도(m)



[AM 변조도 파형]

- 변조도 ( $m$ ) =  $\frac{\text{신호파 전압}(V_s)}{\text{반송파 전압}(V_c)}$ , 변조율 ( $m$ ) =  $\frac{V_s}{V_c} \times 100\%$

- $m > 1$ (과변조):  $V_c < V_s$  인 경우

① 변조도를 깊게 했다고 표현하며 원신호 회복이 어려우며 수신음이 찌그러지는 현상이 발생한다.

② 피변조파에 많은 고조파가 포함된다.

③ 점유 주파수 대역폭이 넓어지게 된다.

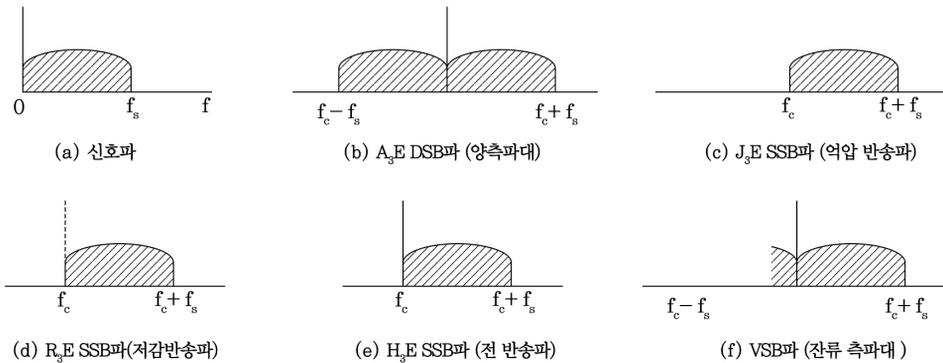
④ 다른 통신에 혼신을 준다.

⑤ 과변조된 파를 수신하면 명료도가 저하된다.

- $m < 1$ (부족변조):  $V_c > V_s$  인 경우  $\Rightarrow$  전력낭비가 발생한다.

- $m = 1$ (최적변조):  $V_c = V_s$  인 경우  $\Rightarrow$  전력낭비가 없고 가장 이상적이다.

(2) AM통신 방식



개념확인문제

진폭 12[V], 주파수 10[MHz]의 반송파를 진폭 6[V], 1[kHz]의 변조파 신호로 진폭 변조 할 때 변조율은?

- ① 25 [%]
- ② 50 [%]
- ③ 75 [%]
- ④ 100 [%]

정답 : ②

## 개념확인 4 각도 변조(Angle Modulation)

### 1. 주파수 변조(FM : Frequency Modulation)

$$V_s = V_s \cos pt \quad (p = 2\pi f_p, f_p : \text{신호 주파수}) \quad [\text{신호파}]$$

$$V_c = V_c \sin \omega t \quad (\omega = 2\pi f, f : \text{반송 주파수}) \quad [\text{반송파}]$$

$$V_{FM} = V_c \sin \left( \omega t + \frac{\Delta \omega}{p} \sin pt \right) = V_c \sin (\omega t + m_f \sin pt) \quad [\text{피변조파}]$$

#### (1) 변조지수

$$m_f = \frac{\Delta f}{f_s} \quad \begin{cases} f_s : \text{신호파} \\ m_f : \text{변조지수} \\ \Delta f : \text{최대주파수 편이} \end{cases}$$

#### (2) 대역폭(Band Width)

$$BW = 2(f_s + \Delta f) = 2f_s(1 + m_f)$$

#### (3) 주파수 변조 방식의 특징

- ① 진폭변조방식에 비해 잡음 및 간섭에 강하며 신호레벨 변동에 영향을 받지 않는다.
- ② S/N비가 진폭변조 방식에 비해서 개선된다.
- ③ 전송로의 주파수 변동에 약하다.
- ④ 넓은 주파수 대역이 필요하다.

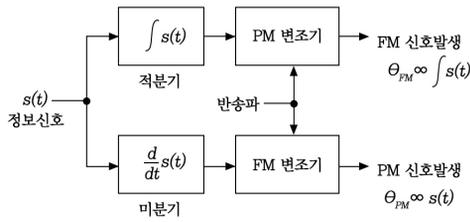
### 2. 위상 변조(PM : Phase Modulation)

$$V_s = V_s \cos pt \quad (p = 2\pi f_p, f_p : \text{신호 주파수}) \quad [\text{신호파}]$$

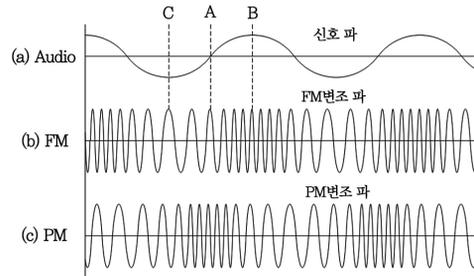
$$V_c = V_c \sin \omega t \quad (\omega = 2\pi f, f : \text{반송 주파수}) \quad [\text{반송파}]$$

$$V_{PM} = V_c \sin (\omega t + \Delta \theta \sin pt) = V_c \sin (\omega t + m_p \sin pt) \quad [\text{피변조파}]$$

위의 식에서  $\Delta \theta$ 는 최대 위상 편이가 되고,  $m_p$ 는 위상변조지수가 된다.



[FM 신호와 PM 신호의 관계]



[주파수 변조방식과 위상변조 방식의 파형]

개념확인문제

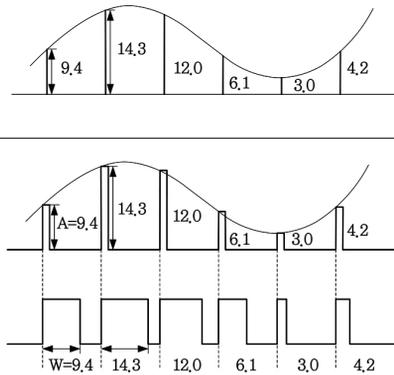
120[MHz]인 반송파를 20[kHz]인 신호파로 FM 변조했을 때 최대 주파수 편이가 100[kHz]이면 변조지수는 얼마인가?

- ① 6
- ② 5
- ③ 4
- ④ 3

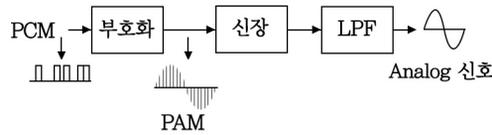
정답 : ②

개념확인 5 펄스 변조(Pulse Modulation)

아날로그			입력신호
펄스 변조 방식의 종류			변조하는 파라미터
기호	명칭		
아날로그 변조	PAM	펄스 진폭 변조 Pulse Amplitude Modulation	진폭
	PWM (PDM)	펄스 폭 변조 Pulse Width Modulation Pulse Duration Modulation	펄스의 폭

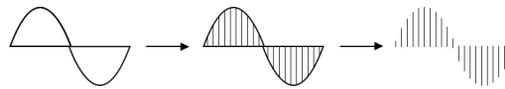






[수신기]  
[펄스부호변조(PCM) 과정]

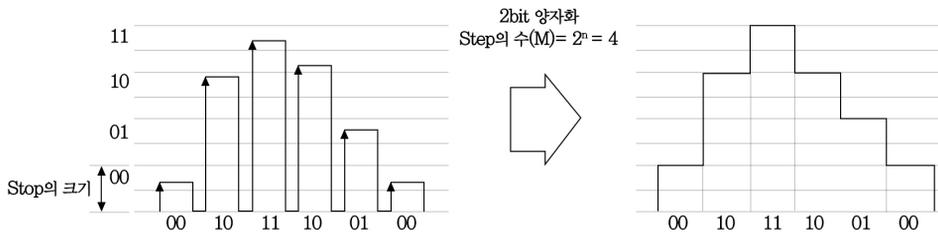
### 1. 표본화 정리



특정 신호가 가지고 있는 최고 주파수( $f_m$ )으로 대역 제한된 신호  $f(t)$ 가 있을 때 이  $f(t)$  신호를  $T_s$  ( $T_s \leq \frac{1}{2f_m}$ ) 초 간격으로 발취하여 전송하여도 원래의 신호  $f(t)$ 가 가지고 있는 정보 전달에는 이상이 없으며 주어진 원래의 신호를 정확히 복원할 수 있다는 이론이다.

### 2. 양자화 정리

PCM과정의 표본화 단계를 통해 발생된 PAM파의 진폭을 이산적 신호인 디지털 양으로 변환하기 위하여 계단 모양의 양자화 레벨( $2^n$ )에 근사화 시키는 과정으로서 PAM파의 진폭의 최저 레벨과 최고 레벨 사이를 양자화 레벨( $2^n$ )로 등분하여 계단 모양의 근사 파형으로 만드는 과정을 말한다.



[양자화 파형]

- 양자화 스텝(Step) 수(M) =  $2^n$ , n : 양자화 시 사용된 bit 수

(1) 양자화 방법

① 선형 양자화(Linear Quantization)

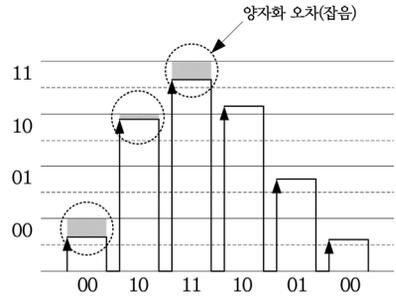
입력되는 신호의 크기에 관계없이 양자화 스텝의 크기를 항상 일정하게 양자화 하는 방식으로 입력신호의 크기가 일정한 경우에 사용하는 방식이다.

② 비선형 양자화(Non-Linear Quantization)

입력되는 신호의 크기에 따라서 양자화 스텝의 크기를 달리하는 방식으로 입력 신호의 진폭이 큰 경우에는 스텝의 크기를 크게 하고, 진폭이 작은 경우에는 스텝의 크기를 작게 하여 전 입력 신호에 걸쳐 신호 대 잡음비(S/N)를 균일 하게 할 수 있는 방식이다.

(2) 양자화 오차

양자화 오차는 표본화 과정을 거쳐 나온 PAM파의 진폭을 양자화 레벨( $2^n$ )에 근사화 시키는 과정에서 PAM의 진폭의 크기가 특정 양자화 레벨에 근접하지 않을 경우 약간의 오차가 발생할 수 있는데, 이 때 발생하는 오차를 양자화 오차라 한다.



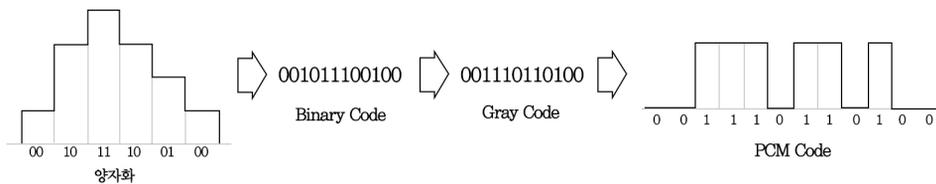
[양자화 오차]

(3) 양자화 시 생기는 오차를 줄이는 방법(잡음 개선책)

- ① 양자화 시 스텝(Step)의 수를 증가시킨다.
- ② 비선형 양자화를 한다.
- ③ 양자화 전단에 압신기를 사용한다.

3. 부호화(Encoding)

양자화를 거쳐 나온 0과 1의 부호 열 신호를 전송로 상에 보내기 알맞은 Digital Pulse부호로 바꾸는 과정으로 오차가 적은 그레이 코드(Gray Code)를 이용한다.



[부호화 과정]

 **참고** PCM 과정 정리

- ㉠ PCM의 3단계 : 표본화, 양자화, 부호화
- ㉡ 표본화 : 대역 제한된 아날로그 입력신호를 입력신호의 최고주파수( $f_m$ )의 2배 이상의 주파수( $f_s \geq 2f_m$ )로 샘플링 하여 PAM신호를 얻는 과정
- ㉢ 양자화 : 표본화된 PAM신호를 가장 가까운 이산적인 양자화레벨( $2^n$ )에 근사화 시키는 과정
- ㉣ 부호화 : 양자화된 레벨 값을 0과 1의 펄스열로 변환하는 과정
- ㉤ 다중화 : 각 채널의 신호를 하나의 고속채널에 많은 량의 데이터를 동시에 전송할 수 있는 기술
- ㉥ 압신기(Companding) 설치 목적 : 선형양자화를 하면서 비선형 양자화의 효과를 얻기 위함.

## 4. PCM의 특징

### (1) PCM방식의 장점

- ① PCM방식은 디지털 신호를 전송하는 방식으로서 각종 잡음에 강하며 S/N가 우수하다.
- ② 누화나 혼선에 강하다.
- ③ 전송로 상에 존재하는 각종 잡음에 강하므로 저질의 전송로에서도 신호 전송이 가능하다.
- ④ 디지털 증계기의 재생기능으로 인하여 전송구간에 각종 잡음이 누적되지 않는다.

### (2) PCM방식의 단점

- ① 채널 당 점유 주파수 대역폭이 넓다.
- ② PCM고유의 잡음인 표본화, 양자화 잡음 등이 발생한다.

**개념확인문제**

PCM 송신기의 블록도 순서로 바른 것은?

- ① LPF → Sampler → Quantizer → Encoder
- ② LPF → Encoder → Sampler → Quantizer
- ③ LPF → Sampler → Encoder → Quantizer
- ④ LPF → Quantizer → Sampler → Encoder

정답 : ①

## 개념확인 7 기저대역 전송

### 1. 디지털 변복조 방식

#### (1) 디지털 통신방식

##### ① 기저대역 전송(Baseband Transmission)

- Digital 신호를 원 신호 그대로 전송하거나 또는 전송로 특성에 알맞은 전송 부호로 변환하여 전송하는 방식이다.
- 대표적인 장치로는 DSU(Digital Service Unit)가 있다.

##### ② 반송 대역 전송(Bandpass Transmission)

- Digital 신호에 따라 반송파의 진폭, 주파수, 위상을 변화시켜 전송하는 방식으로 Digital 변조를 수행하는 것을 의미한다.
- 대표적인 장치로는 MODEM이 있다.

#### 개념확인문제

전송할 신호의 주파수에 비해 높은 주파수의 반송파를 이용하여 0과 1을 진폭, 주파수 및 위상에 대응하여 전송하는 방식은?

- |               |            |
|---------------|------------|
| ① 문자 동기 전송 방식 | ② 대역 전송 방식 |
| ③ 차분 방식       | ④ 다이코드 방식  |

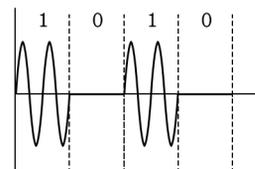
정답: ②

## 개념확인 8 디지털 연속변조

### 1. 디지털 연속 변조

#### (1) ASK방식

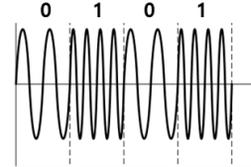
- ① 300bps이하의 저속도 전송에 사용된다.
- ② 각종 잡음이나 신호레벨 변동에 약하다.



- ③ 전송 비트수가 많아지면 수신측에서 진폭 구분이 어려워 1비트만 전송 가능하다.(2진 ASK)
- ④ OOK(On Off Keying)라고도 부른다.

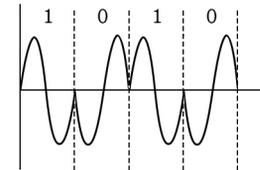
(2) FSK방식

- ① 1200bps이하의 저속도 전송에 사용된다.
- ② 각종 잡음 및 신호레벨 변동에 강하다.
- ③ 수신측에서 대역폭만을 구분하여 전송 비트를 구별한다.
- ④ 전송 비트수가 많아지면 전송 대역폭이 늘어나고 수신측에서 대역폭 구분이 어려워진다.



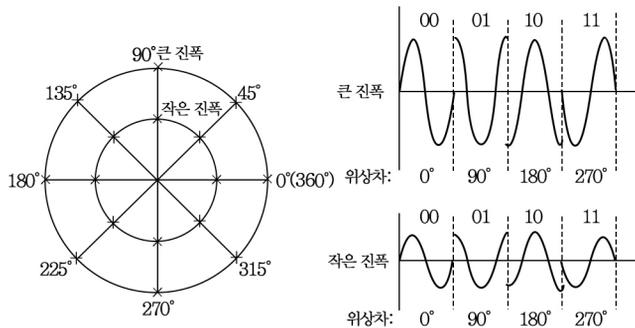
(3) PSK방식

- ① 2400~4800bps의 중속도 전송
- ② 전송 비트를 위상으로 구분하므로 전송 비트수가 많아지면 위상차 구별이 어려워진다.
- ③ 16진 PSK이상은 사용하지 않는다.
- ④ 위상차 계산식



$$\frac{2\pi}{M} \text{ (M진} = 2^n, n: \text{한번에 보낼 수 있는 bit 수)}$$

(4) QAM방식



- ① ASK의 진폭 변화 방식과 PSK의 위상 변화 방식을 결합한 방식으로 APK라고 한다.
- ② 9600bps이상의 고속도 전송이 가능하다.
- ③ 많은 량의 데이터 비트열을 전송할 수 있다.

## 2. 디지털 연속 변조의 에러 확률

ASK	FSK	DPSK	PSK	QAM	
2진 ASK	2진 FSK	2진 DPSK	2진PSK(BPSK)		↑
		4진 DPSK	4진PSK(QPSK)	4진 QAM	에러 확률감소
		8진 DPSK	8진 PSK	8진 QAM	
				16진 QAM	전송속도 증가
				M진 QAM	↓

→ 에러 확률 감소, 전송속도 증가

- ① 변조 방식에 따른 에러 확률 :  $ASK > FSK > DPSK > PSK > QAM$
- ② 전송 비트수에 따른 에러 확률 :  $M진 > 16진 > 8진 > 4진 > 2진$ 
  - 같은 변조방식에서는 한 번에 보낼 수 있는 비트수가 작을수록 에러 확률이 적다.

### 개념확인문제

다음 중 디지털 변조 통신 방식에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 진폭 편이 변조(ASK)는 정현파의 진폭에 정보를 실는 방식으로 2진 내지 4진폭을 이용하여 저속 통신에 이용된다.
- ② 주파수 편이 변조(FSK)는 정현파의 주파수에 정보를 실는 방식으로 2가지의 주파수를 이용하여 중, 저속 통신에 이용된다.
- ③ 위상 편이 변조(PSK)는 정현파의 위상에 정보를 실는 방식으로 2, 4, 8, 16진 방식이 있으며 중, 고속 통신에 이용된다.
- ④ 직교 진폭 변조(QAM)는 정현파의 진폭과 주파수에 정보를 실는 방식으로 저속 통신에 이용된다.

정답 : ④

## 개념확인 9 전송 속도

### (1) 전송 속도

#### ① 변조속도

변조속도란 단위 초당 전송할 수 있는 부호 단위의 수 또는 초당 디지털 신호 레벨(0, 1)이 변화는 속도로서 쉽게 말하면 초당 디지털 신호 0과 1이 몇 번 변하는 가를 나타내는 척도로서 보오(baud)라는 단위를 사용한다.

$$B = \frac{1}{T} [\text{baud}]$$

여기서 T는 디지털 신호의 단위 펄스의 시간길이로서 디지털 신호 0과 1의 두 bit를 하나의 단위로 표현했을 때 한 단위당 걸린 시간을 의미한다.

#### ② 데이터 신호 속도

데이터 신호 속도란 실제 데이터가 송신측 단말에서 수신측 단말까지의 속도를 나타내며, [bps]라는 단위를 사용한다. 즉 초당 전송할 수 있는 최대 bit의 수를 나타낸다.

$$S[\text{bps}] = B[\text{baud}] \times n(\text{한번에 보낼 수 있는 bit 수}), (n = \log_2 M, M: \text{신호상태수})$$

여기서 B는 변조 속도로서  $B = \frac{1}{T}$ 로 표현할 수 있고, n은 디지털 신호의 단위 펄스 동안에 전송 할 수 있는 bit수를 나타낸다.

### (2) 채널 용량

채널 용량이란 송신지에서 수신지까지 물리적인 통로인 전송매체를 통해서 전송할 수 있는 최대 전송용량을 의미한다. 단위는 [bps]를 사용한다.

#### ① 샤논(shannon)의 정리

샤논의 정리는 전송 매체 상에 백색잡음이 존재한다는 가정 하에 채널 용량을 구하는 공식

$$\text{채널용량 } (C) = B \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right) [\text{bps}]$$

여기서 B는 전송 대역폭을 의미하며,  $\frac{S}{N}$ 는 신호 대 잡음비를 나타낸다. 전송매체를 통



(1) 신호 대 잡음비(S/N Ratio)

$$S/N[dB] = 10\log\frac{S}{N}[dB]$$

S/N의 값은 분자가 신호, 분모가 잡음이므로 클수록 잡음이 적은 상태를 뜻하며 60[dB]이상이면 무 잡음 상태, 0[dB] 이하이면 통화 불능상태를 의미한다.

(2) 잡음 지수(Noise Figure)

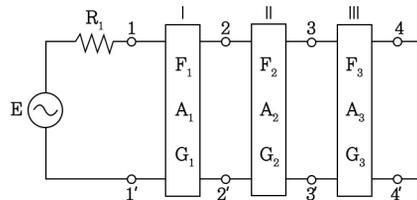
잡음 지수는 입력신호의 S/N비에 대한 출력 신호의 S/N비를 의미한다.

$$F = \frac{S_i/N_i}{S_o/N_o} = \frac{S_i}{N_i} \times \frac{N_o}{S_o} = \frac{S_i}{S_o} \times \frac{N_o}{N_i}, F[dB] = 10\log F$$

(3) 종합 잡음 지수

그림과 같이 각 단의 잡음 지수가  $F_1, F_2, F_3, \dots$ 이고, 이득이  $G_1, G_2, G_3, \dots$ 인 증폭기가 종속 접속되었을 때의 종합 잡음 지수는 프리스(Friss)공식에 의하여

종합 잡음 지수( $F$ ) =  $F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots$  ( $F$ : 잡음지수,  $A$ : 증폭기,  $G$ : 이득)가 된다.



**참고** 잡음지수 NF(noise figure) : F

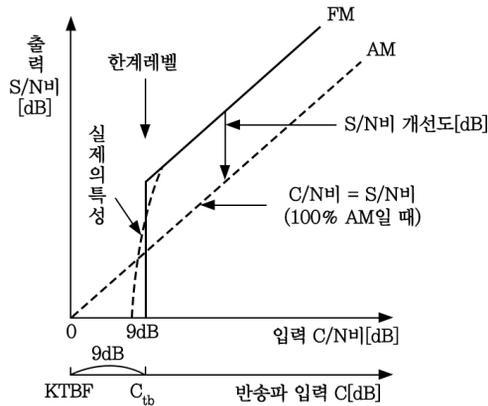
$$F = \frac{S_i/N_i}{S_o/N_o} = \frac{S_i}{S_o} \cdot \frac{N_o}{N_i}$$

여기서, 유능 잡음전력  $N_i = kTB_0$ 이므로  $F = \frac{S_i N_o}{S_o N_i} = \frac{S_i}{S_o} \times \frac{N_o}{kTB}$ 가 된다.

- ① 무잡음 이상 증폭기의 잡음지수는 1이다. ( $F = 1$ )
- ② 실제 증폭기에서는 내부 잡음이 있기 때문에  $F > 1$ 이다.
- ③ 다단 증폭기의 종합잡음지수  $F$ 는 종합 잡음 지수( $F$ ) =  $F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots$ 가 된다.  
즉, 종합 잡음지수는 초단증폭기의 잡음지수  $F_1$ 이 가장 큰 영향을 미친다.

## 2. 한계 레벨(Threshold Level)

무선 수신기의 출력 단자에서 수신 가능한 그 수신기의 입력 전압(또는 입력 전력)을 한계 신호라 하고 그 신호의 크기를 한계 레벨이라 한다.



[FM수신기의 C/N비와 S/N비의 관계]

AM방식과 FM방식의 입력 C/N와 출력 S/N의 관계를 나타낸 그래프로 감도면에서는 AM방식이 FM방식 보다 우수하며 S/N면에서는 FM방식이 더 우수하다.

### 개념확인문제

FM수신기에서 이득이 15[dB], 잡음지수가 1.4[dB]인 증폭기 후단에 이득이 10[dB], 잡음지수가 1.6[dB]인 또 다른 증폭기가 있다. 이 수신기의 종합잡음 지수는?

- ① 1.34[dB]
- ② 1.44[dB]
- ③ 1.54[dB]
- ④ 1.64[dB]

정답: ②

1 변조의 개념을 가장 잘 설명한 것은?

- ① 전송신호를 고주파신호 성분과 저주파 신호 성분으로 분리하는 것이다.
- ② 수신신호로부터 반송파를 제거하는 것이다.
- ③ 아날로그신호를 디지털신호로 변환하는 것이다.
- ④ 채널을 통해 효율적으로 전송되도록 송신신호를 변환하는 것이다.

2 무선 통신용 송신기에서 입력신호를 변조 (Modulation)하는 가장 타당한 이유는?

- ① 전송매체와 신호를 정합(Matching) 시키기 위해
- ② 주파수를 높이기 위해
- ③ 수신기에서 받는 신호를 변환할 필요가 없기 때문에
- ④ 실제 구현 시 회로가 간단하기 때문에

3 다음 중 변조의 필요성에 해당되지 않은 것은?

- ① 전송채널에서 간섭과 잡음을 줄이기 위함이다.
- ② 다중통신을 하기 위함이다.
- ③ 원거리 통신을 하기 위함이다.
- ④ 좀 더 긴 파장의 신호를 만들기 위함이다.

4 무선통신 시스템에서 변복조를 하는 이유 중 타당성이 적은 것은?

- ① 통신로의 효율적 이용
- ② 잡음과 간섭억제

- ③ 근접거리의 선로 전송에 유리
- ④ 신호의 다중화

5 통신시스템에서 변조의 이유와 목적으로 옳지 않은 것은?

- ① 신호의 간섭을 피하기 위해서이다.
- ② 전파의 다중경로로 인한 신호페이딩을 제거할 수 있다.
- ③ 짧은 파장의 반송파 신호를 이용하여 변조함으로써 장비가 소형 경량화 되는 장점이 있다.
- ④ 하나의 통신로에 여러 신호를 동시에 송수신할 수 있게 하기 위해서이다.

6 다음 중 변조를 하는 이유로 볼 수 없는 것은 무엇인가?

- ① 송수신용 안테나 제작 문제를 해결하기 위해
- ② 잡음과 간섭을 개선하기 위해
- ③ 주파수 분할 다중 통신을 위해
- ④ 장거리 통신을 위해
- ⑤ 구현 시 곱셈기 나 비선형 소자를 사용하지 않기 위해

7 변조를 하는 이유로 옳지 않은 것은?

- ① 복사를 용이하게 하기 위해서
- ② 동시에 많은 신호를 전송하기 위해서
- ③ 원신호가 가진 대역보다 충분히 낮은 주파수 대역으로 스펙트럼을 이동시켜 전송하기 위해서
- ④ 전송효율을 향상시키기 위해서

8 대륙 간 통신 및 원거리 선박통신을 위하여 사용되는 주파수 대역 HF(단파)의 주파수범위에 해당하는 것은?

- ① 3[kHz] - 30[kHz]
- ② 3[MHz] - 30[MHz]
- ③ 300[kHz] - 3[MHz]
- ④ 300[MHz] - 3[GHz]

9 다음 신호의 주기를 구하시오.

$$v(t) = 10\sin(50\pi t + 60^\circ)$$

- ① 0.02                      ② 0.04
- ③ 0.06                      ④ 0.08

10 신호  $v(t) = A\cos(\omega_c t + \phi)$ 에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 주파수는 주기의 역수이다.
- ② 주기는  $T = \frac{2\pi}{\omega_c}$ 이다
- ③ A는 신호의 평균값이다.
- ④  $\phi$ 는  $t=0$ 에서 신호의 위상이다.

11 신호  $s(t) = 2\sin 100t[V]$ 에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 50[Ω] 저항에 위 신호가 나타난다면, 저항에서 소모되는 평균 전력은 0.04[W]로 측정될 것이다.
- ② 위 신호는 주기가 100초인 주기 함수(periodic signal)이다.
- ③ 스펙트럼을 분석해보면 100[rad/sec]에서 라인 스펙트럼을 나타낸다.
- ④ 위상 스펙트럼은 주파수에 대해서 기함수(odd function)의 꼴을 나타낸다.

12 자유공간에서 진행하는 신호  $s(t) = \sin(2\pi \times 10^5 t + 10)$ 가 한주기 동안 진행하는 거리 [km]는? (단, 전파의 속도는  $3 \times 10^8[m/s]$ 이다.)

- ① 1.5                      ② 3
- ③ 4.5                      ④ 6

13 1.5[GHz]의 마이크로파 신호가 자유공간에서 10[cm] 진행하였을 때 발생하는 위상변화(rad)는? (단, 전파의 속도는  $3 \times 10^8[m/s]$ 이다.)

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

14 진폭변조에서 변조 도에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 신호파의 최댓값을 반송파의 최댓값으로 나눈 값이다.
- ② 반송파의 크기와 신호파의 크기에 따라 정해진다.
- ③ 최대주파수편이와 신호주파수와의 비이다.
- ④ 진폭변화의 정도를 나타낸다.

15 진폭이 12[V]이고 주파수가 1[MHz]인 반송파를 진폭이 10[V], 주파수 3[kHz]의 변조파로 진폭 변조하였을 때 변조 도는 약 몇 [%]인가?

- ① 50[%]                      ② 75[%]
- ③ 83[%]                      ④ 92[%]

16 AM에서 과변조가 발생하였을 때 일어나는 현상과 관계가 없는 것은?

- ① 피변조파에 많은 고조파가 발생한다.
- ② 점유대역폭이 넓어지므로 다른 통신에 혼신을 준다.
- ③ 명료도가 개선되어 자기진동이 일어난다.
- ④ 송신기에 과부하가 걸린다.

17 AM 무선 송신기가 과변조 되었을 때 수신측에 나타나는 현상으로 맞는 것은?

- ① 수신전파의 측파대 폭이 좁아진다.
- ② 수신음이 찌그러진다.
- ③ 수신음의 신호 대 잡음비가 커진다.
- ④ 수신기 공중선의 동조 잡기가 힘들어 진다.

18 진폭변조(AM)에서 과변조가 발생한 경우 일어나는 현상이 아닌 것은?

- ① 피변조파에 많은 고조파가 포함된다.
- ② 점유 주파수 대역폭이 넓어지게 된다.
- ③ 다른 통신에 혼신을 준다.
- ④ 수신기에 과부하가 걸린다.

19 출력 500W의  $J_3E$  송신에서 무변조시 공중선 전력은 몇[W]인가?

- ① 1[W]                      ② 707[W]
- ③ 500[W]                  ④ 0[W]

20 진폭 변조 송신기 출력이 100[%] 변조 시에 150[W] 이었다면 80[%] 변조 시에는 얼마인가?

- ① 164[W]                  ② 100[W]
- ③ 132[W]                  ④ 180[W]

21 진폭 변조 회로에서 반송파 전력이 100[W] 일 때 변조율을 60[%]라고 하면 상측파대의 전력은?

- ① 8[W]                      ② 9[W]
- ③ 10[W]                    ④ 12[W]

22 AM 무선송신기의 변조율이 50%이고, 반송파 전력이 40W 일 때 피변조파의 전력은 몇 W 인가?

- ① 35                        ② 40
- ③ 45                        ④ 50

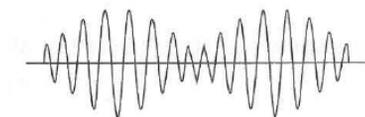
23 AM 송신기에서 단일 주파수로 50[%] 변조를 하였을 때의 반송파와 상 측대파와의 전력 비는?

- ①  $1 : \frac{1}{2}$                       ②  $1 : \frac{1}{4}$
- ③  $1 : \frac{1}{8}$                       ④  $1 : \frac{1}{16}$

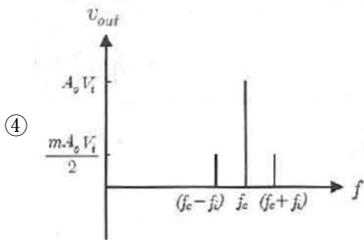
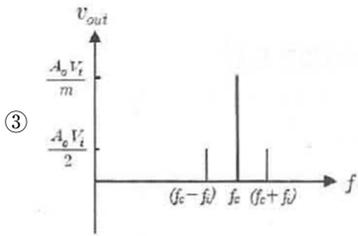
24 다음 중 진폭변조(AM) 방식에 해당되는 것은?

- ① 주파수편이변조(FSK)
- ② 위상편이변조(PSK)
- ③ 펄스폭변조(PWM)
- ④ 잔류측파대변조(VSB)

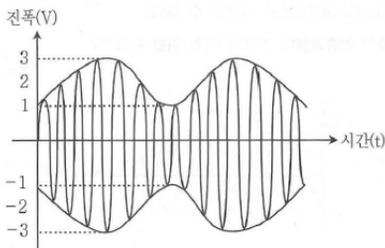
25 수신측에서 아래와 같은 신호를 수신하였다. 사용된 변조 방식은?







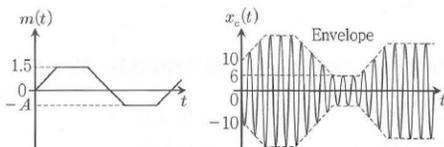
31 그림과 같이 진폭 변조된 신호의 변조지수는?



- ① 0.2                      ② 0.5
- ③ 0.7                      ④ 0.8

32 다음 그림은 AM 변조의 정보신호  $m(t)$ 와 전송신호  $x_c(t) = A[1 + Bm_n(t)]\cos(2\pi f_c t)$ 이다. 이 변조 방식에서 A와 B는?

(단,  $m_n(t) = m(t) / |\min m(t)|$ 이다.)



- ① A : 10 , B : 0.4
- ② A : 10 , B : 0.6
- ③ A : 6 , B : 0.4
- ④ A : 6 , B : 0.6

33  $(100 + 25\cos(2\pi \times 10^3 t))\cos(2\pi \times 10^6 t)$ 에서 반송파, 상·하측파의 전력비는 무엇인가?

- ①  $1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{4}$               ②  $1 : \frac{1}{16} : \frac{1}{16}$
- ③  $1 : \frac{1}{32} : \frac{1}{32}$               ④  $1 : \frac{1}{64} : \frac{1}{64}$
- ⑤  $1 : \frac{1}{128} : \frac{1}{128}$

34 단일 주파수 성분의 정현파 신호에 대해서 진폭 변조된 신호의 전력이 59[kW]이다. 이 때 변조지수가 0.60이라면 반송파 성분의 전력 [kW]은?

- ① 50                      ② 45
- ③ 37                      ④ 21

35 변조지수가 1 일 때 피변조파 전력과 반송파 전력의 관계로 옳은 것은?

- ①  $P_m = 0.5P_c$               ②  $P_m = P_c$
- ③  $P_m = 1.5P_c$               ④  $P_m = 2P_c$

36 AM송신기에서 전체 전력 150[W]를 안테나에 공급할 때 변조지수가 1 이라고 하면, 한쪽 측파대(sideband)에 공급되는 전력[W]은?

- ① 10                      ② 25
- ③ 50                      ④ 75

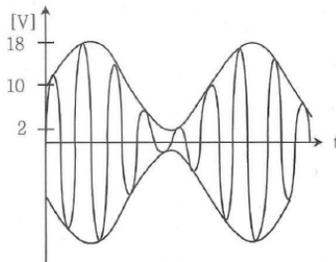
37 AM 송신기에서 변조지수가 100[%]일 때 출력전력이 300[W]라면 변조지수가 60[%]일 때의 출력[W]은?

- ① 300                      ② 236
- ③ 216                      ④ 180
- ⑤ 156

38 변조지수가 0.8인 AM 변조기에서 반송파의 진폭이 10[V]일 때, 반송파와 상하측대파로 구성된 AM 신호의 평균 전력은? (단, 메시지 신호는 정현파이다.)

- ① 44[W]                    ② 55[W]
- ③ 66[W]                    ④ 777[W]
- ⑤ 88[W]

39 다음 그림은 AM 변조된 DSB-LC(Double-Side-Band Large-Carrier) 파형이다. 변조지수(modulation index)를  $m$ 이라 하고, 총 송신 전력 중 캐리어가 차지하는 전력의 비율을  $R$ 이라고 할 때,  $m$ 과  $R$ 을 구하면? (단, 그림에서 캐리어 주파수는 신호보다 매우 높다고 가정한다.)



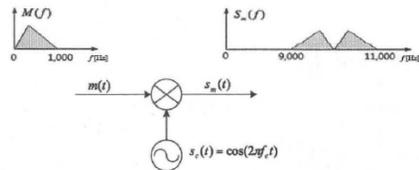
- ①  $m : 0.8, R : \frac{2}{m^2+2}$
- ②  $m : 1.6, R : \frac{2}{m^2+2}$

- ③  $m : 0.8, R : \frac{m^2}{m^2+2}$
- ④  $m : 1.6, R : \frac{m^2}{m^2+2}$

40 신호원의 최대 주파수가 3[kHz]인 신호를 진폭변조한 경우, AM신호와 SSB신호의 주파수 대역폭[kHz]은 각각 얼마인가?

- ① AM : 3, SSB : 3
- ② AM : 3, SSB : 6
- ③ AM : 6, SSB : 3
- ④ AM : 6, SSB : 6

41 곱셈기를 이용한 DSB-SC AM 방식의 변조기에서 메시지 신호와 변조된 신호의 주파수 스펙트럼이 다음 그림과 같을 때, 반송파의 주파수(Hz)는?



- ① 1,000                      ② 9,000
- ③ 10,000                    ④ 11,000
- ⑤ 20,000

42 전통적인 AM 방식인 DSB-TC에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 비동기 복조가 구성이 가능하다.
- ② 다수의 사용자가 수신하는 방송시스템에 적합하다.



48 다음 설명 중 옳은 것은 무엇인가?

- ① FM 통신은 잡음이 많다.
- ② FM 통신은 전계강도가 불안정할 때 많이 이용한다.
- ③ FM 통신은 변조지수를 1이상으로 할 수 없다.
- ④ FM 통신은 VHF 주파수 대역을 이용한다.

49 메시지신호  $m(t)$ 와 반송파(carrier)  $c(t) = A_c \cos(2\pi f_c t)$ 가 주어지고, 변조 후의 식이  $s(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + m(t)]$ 이다. 이 변조방식은?

- ① AM:(amplitude modulation)
- ② DSB-SC(double sideband-suppressed carrier)
- ③ PM(phase modulation)
- ④ FM(frequency modulation)
- ⑤ PSK(phase shift keying)

50 다음과 같은 FM 파형이 가지는 신호의 대역폭[kHz]은?

$$m(t) = 5\cos[2\pi \times 10^5 t + 20\sin(2\pi \times 10^2 t)]$$

- ① 2.1                      ② 4.2
- ③ 8.4                      ④ 16.8

51 FM 신호가 다음과 같을 때 설명이 옳은 것은?

$$x_c(t) = 10\cos[10^6\pi t + 8\sin(10^3\pi t)][V]$$

- ① Carson 법칙을 이용한 주파수대역은 9[kHz]이다.
- ② 변조지수  $m = 16$ 이다.
- ③ 최대 주파수 편이  $\Delta f = 8$ [kHz]이다.
- ④ FM 신호의 평균전력은 25[W]이다.

52 메시지 신호가 코사인 형태이고, FM 신호가

$$x_{FM}(t) = 50\cos[2\pi(95.9 \times 10^6)t + 8\sin(2\pi \times 10^4 t)]$$

- ① Carson의 법칙으로 구한 대역폭은 9[kHz]이다.
- ② 변조 지수  $\beta$ 는 8이다.
- ③ 메시지 신호 주파수는 10[kHz]이다.
- ④ 최대 주파수 편이는 80[kHz]이다.
- ⑤ 방송 채널의 주파수는 95.9[MHz]이다.

53 다음 FM신호의 변조지수  $\beta$ 와 대역폭  $BW$ 로 옳은 것은?

$$x(t) = 10\cos[10^8\pi t + 5\sin(10^4\pi t)]$$

- ①  $\beta = 5, BW = 30$ [kHz]
- ②  $\beta = 5, BW = 60$ [kHz]
- ③  $\beta = 10, BW = 30$ [kHz]
- ④  $\beta = 10, BW = 60$ [kHz]

54 대역폭이 10[kHz]인 메시지 신호를 사용하여 중심주파수 10[MHz]인 반송파를 최대주파수 편이가 90[kHz]가 되도록 주파수 변조하였다. 이때 변조된 신호의 대역폭을 Carson's rule 에 의해 계산하면?

- ① 20[kHz]                      ② 200[kHz]
- ③ 10.02[MHz]                ④ 20[MHz]

55 15[kHz]의 정현파가 180[kHz]의 대역폭을 갖는 신호로 주파수 변조되었다. 칼슨(Carson)의 법칙을 이용할 때 최대 주파수편이 (Peak Frequency Deviation)[kHz]는?

- ① 15                              ② 30
- ③ 75                              ④ 150

56 대역폭이 400 [Hz]인 신호를 변조지수가 2인 FM 변조하였다. 카슨(Carson)의 법칙을 이용할 때, 변조된 신호의 주파수 대역폭[Hz]은?

- ① 400                            ② 1,200
- ③ 2,400                        ④ 3,600

57 음성 신호를 주파수 변조 (Frequency Modulation : FM)방식을 통해 방송하고자한다. 카슨의 법칙 (Carson's rule)에 의해 주파수 변조된 신호의 대역폭을 결정할 때 필요한 값이 아닌 것은?

- ① 음성 신호의 대역폭
- ② 음성 신호의 최대 진폭
- ③ 주파수 민감도 (frequency sensitivity)
- ④ 전송 주파수

58 다음 중 FM 변조된 신호의 대역폭에 영향을 미치지 않는 것은?

- ① 반송파 주파수
- ② 메시지 신호의 대역폭
- ③ 변조 지수 (Modulation Index)
- ④ 메시지 신호의 진폭

59 [보기]와 같은 상황에서 FM 변조 신호  $s(t)$ 의 대역폭을 Carson's rule을 이용하여 구한 값은?

- carrier :  $c(t) = 1.0 \cos(2\pi \cdot 10^6 t) [V]$
- modulating signal :  
 $m(t) = 10 \cos(2\pi \cdot 10^4 t) [V]$
- FM 변조지수 :  $k_f = 20 [kHz/V]$

$$s(t) = \cos\left(2\pi \cdot 10^6 t + 2\pi \cdot 20 \cdot \int_0^t m(t) dt\right)$$

- ① 400[kHz]                      ② 420[kHz]
- ③ 440[kHz]                      ④ 460[kHz]
- ⑤ 480[kHz]

60 PM파의 설명이 옳은 것은?

- ① PM파의 순시위상은 변조신호의 미분 값에 비례하고, 순시주파수는 변조신호에 비례한다.
- ② PM파의 순시 위상은 변조신호에 비례하고, 순시주파수는 변조신호의 미분 값에 비례한다.
- ③ PM파의 순시 위상은 변조신호에 비례하고, 순시주파수는 변조신호의 적분 값에 비례한다.

- ④ PM파의 순시 위상은 변조신호의 적분 값에 비례하고, 순시주파수는 변조신호에 비례한다.
- ⑤ PM파의 순시위상은 변조신호에 비례하고, 순시주파수도 변조신호에 비례한다.

### 61 FM파의 설명이 옳은 것은?

- ① FM파의 순시위상은 변조신호의 미분 값에 비례하고, 순시주파수는 변조신호에 비례한다.
- ② FM파의 순시위상은 변조신호에 비례하고, 순시주파수는 변조신호의 미분 값에 비례한다.
- ③ FM파의 순시 위상은 변조신호에 비례하고, 순시주파수는 변조신호의 적분 값에 비례한다.
- ④ FM파의 순시위상은 변조신호의 적분 값에 비례하고, 순시주파수는 변조신호에 비례한다.

### 62 아날로그 전송을 위한 변조(modulation) 방법들에 관한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 진폭변조(AM)에서는 정보신호에 의한 반송파의 진폭을 변화시킨다.
- ② 주파수변조(FM)에서의 최대 주파수 변이는 변조 신호(정보신호)의 주파수에 비례한다.
- ③ 위상(PM)에서 피변조파의 순시 위상은 변조신호에 비례하고, 그 순시주파수는 변조신호의 미분에 비례한다.

- ④ 임의의 신호파  $m(t)$ 로 위상 변조한 PM파는 미분파형  $\frac{dm(t)}{dt}$ 로 주파수 변조한 파형과 일치한다.
- ⑤ FM 방식은 AM 통신방식에 비해 더 넓은 주파수 대역이 필요하다.

### 63 각 변조에 대한 설명으로 잘못된 것은?

- ① FM 변조에서 위상은 정보신호의 적분 값에 비례한다.
- ② PM변조에서 위상은 정보신호의 미분 값에 비례한다.
- ③ FM신호는 반송파의 진폭이 일정하므로 평균전력도 일정하다.
- ④ FM에서 변조지수는 반송파 주파수가 정보신호에 얼마나 많이 변조 되었나 표시한다.

### 64 정보신호 $m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$ 를 PM 또는 FM 변조한 후의 신호가 $s(t) = A_c \cos(\theta_i t)$ 일 때, 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① PM 또는 FM 변조된 신호의 진폭은 일정하다.
- ② PM 변조된 신호의  $\theta_i(t)$ 는  $m(t)$ 의 미분 값에 따라 선형적으로 변화한다.
- ③ FM 변조된 신호의 순시 주파수는  $m(t)$ 에 따라 선형적으로 변화한다.
- ④ FM 변조된 신호의  $\theta_i(t)$ 는  $m(t)$ 의 적분 값에 따라 선형적으로 변화한다.

65 정보신호  $m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$ 이다. 위상 변조(Phase Modulation) 또는 주파수변조(FM)를 이용하여 변조된 신호를  $s(t) = A_c \cos(\theta_i t)$ 로 정의 할 경우 옳지 않은 것은?

- ① 위상 변조인 경우  $\theta_i(t)$ 는  $m(t)$ 에 비례한다.
- ② 주파수 변조인 경우  $\theta_i(t)$ 는  $m(t)$ 의 미분 값에 비례한다.
- ③ 위상 변조인 경우 순시주파수는  $m(t)$ 의 미분 값에 비례한다.
- ④ 위상변조와 주파수변조의 진폭은 일정하다.

66 다음은 FM 변조된 신호의 식이다.  $t = 5$ 에서의 순시 주파수[Hz]는?

$$\varnothing(t) = 20 \cos(10\pi t + \pi t^2)$$

- ①  $10\pi$                       ②  $20\pi$
- ③ 10                          ④ 20

67 신호  $x(t) = 10 \sin(100t + \sin 5t)$ , 시간  $t = 0$ 에서의 순시주파수는?

- ①  $5/2\pi$  [Hz]              ②  $100/2\pi$  [Hz]
- ③  $105/2\pi$  [Hz]            ④  $1000/2\pi$  [Hz]
- ⑤  $1050/2\pi$  [Hz]

68 반송파 신호  $c(t) = 4 \cos(2\pi \times 10^6 t)$ 에 의해 정보신호  $m(t) = 4 \cos(20\pi t)$ 를 주파수변조하면, FM신호의 순시 주파수는  $f_i = 10^6 + k_f m(t)$ 로 표현된다. 여기서  $k_f$ 가 12.5일 때 주파수변조의 변조지수는?

- ① 0.5                          ② 1.25
- ③ 2.5                          ④ 5

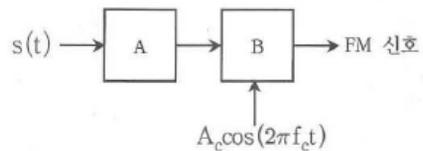
69 위상변조(phase modulation)는 각 변조(angle modulation) 기법의 하나이다. 위상 변조된 신호  $s(t)$ 는 아래 식으로 표현할 수 있다.

$$s(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + \varnothing(t)]$$

여기서  $f_c$ 는 반송파 주파수,  $A_c$ 는 진폭이다. 변조기의 입력신호를  $m(t)$ , 위상변조지수(phase modulation index)를  $n_p$ 라고 할 때 위상변조에서  $\varnothing(t)$ 와  $m(t)$ 의 관계를 표현한 것으로 옳은 것은?

- ①  $\varnothing(t) = n_p m(t)$               ②  $\frac{d\varnothing(t)}{dt} = n_p m(t)$
- ③  $\varnothing(t) = n_p \frac{dm(t)}{dt}$             ④  $\frac{d\varnothing(t)}{dt} = \frac{n_p}{m(t)}$

70 신호  $s(t)$ 를 다음 시스템에 입력하였을 때, 주파수변조(FM)신호가 만들어졌다면 블록 A와 B로 옳은 것은?



- ① A : 미분기, B : 진폭변조기
- ② A : 적분기, B : 진폭변조기
- ③ A : 미분기, B : 위상변조기
- ④ A : 적분기, B : 위상변조기

71 다음의 FM 변조된 신호  $s(t)$ 의 대역폭 [Hz]은? (단, 카슨의 법칙을 이용한다.)

$$s(t) = 10\cos[4000\pi t + 3\sin(200\pi t) - 4\cos(200\pi t)]$$

- ① 600                      ② 1,000
- ③ 1,200                  ④ 2,200

72 주파수가 5[kHz]인 정현파 신호를 100[MHz]의 반송파로 주파수 변조해 최대 주파수편이가 100[kHz]가 되었다고 할 때 발생된 FM신호의 대역폭과 변조지수는?

- ① 대역폭 210kHz, 변조지수 10
- ② 대역폭 210kHz, 변조지수 20
- ③ 대역폭 220kHz, 변조지수 10
- ④ 대역폭 220kHz, 변조지수 20
- ⑤ 대역폭 220kHz, 변조지수 40

73 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 과변조 되었다고 말한다.

74 각 변조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① PM 신호의 위상은 메시지 신호에 대해 선형적으로 변화한다.
- ② 각 변조는 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.

75 FM 방식에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① FM신호의 대역폭은 항상 메시지 신호 대역폭의 2배이다.
- ② 주파수 편이는 반송파 주파수에 따라 결정된다.
- ③ FM 변조 지수는 메시지 신호의 대역폭과는 무관하다.
- ④ 광대역 FM신호를 생성하기 위한 간접 FM 방식은 주파수체배기를 사용한다.

76 수신된 FM신호 파형이 다음과 같다. 신호파의 진폭은 5[V] 주파수는 1[kHz]이고, 변조된 신호의 대역폭이 20[kHz]인 경우 이 신호의 변조지수( $m$ )는 얼마인가?

$$v_{FM} = 100\cos(2\pi \times 10^4 t) + m \cdot \sin(2\pi \times 10^3 t)$$

- ① 20                      ② 18
- ③ 10                      ④ 9

77 메시지 신호  $m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$ 를 주파수 변조하였을 때 변조된 반송파의 위상 편이로 가장 옳은 것은? (단,  $k_f$ 는 주파수편이 상수이다.)

- ①  $Ak_f \cos w_m t$       ②  $Ak_f \sin w_m t$
- ③  $\frac{Ak_f}{w_m} \cos w_m t$     ④  $\frac{Ak_f}{w_m} \sin w_m t$

78 다음은 정현파 정보신호에 대한 주파수 변조 신호(FM)이다. 이 신호의 크기(진폭)  $A$ , 변조지수  $\beta$ , 반송주파수  $f_c$ , 최대주파수 편이량  $\Delta f$  모두 옳은 것을 구한 것은 무엇인가?

$$f_{FM}(t) = 12 \cos \{ 2\pi(107.2 \times 10^6)t + 85 \sin 2\pi(1.2 \times 10^3)t \}$$

- ①  $A : 12, \beta : 85, f_c [MHz] : 107.2, \Delta f [KHz] : 102$
- ②  $A : 12, \beta : 170, f_c [MHz] : 107.2, \Delta f [KHz] : 85$
- ③  $A : 24, \beta : 85, f_c [MHz] : 107.2, \Delta f [KHz] : 85$
- ④  $A : 24, \beta : 170, f_c [MHz] : 107.2, \Delta f [KHz] : 102$

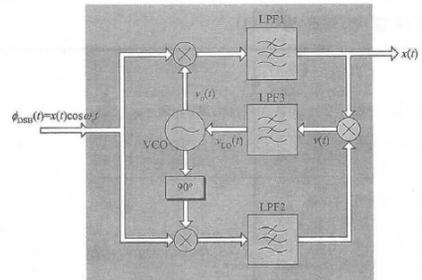
79 다음은 FM 변조된 신호를 나타내는 수식이다. 바르게 설명하고 있는 것은 무엇인가?

$$v_{FM}(t) = 100 \sin(2\pi f_c t + 4 \sin 1600\pi t)$$

- ① 변조지수  $\beta$ 가 4이므로 협대역 시스템이다.

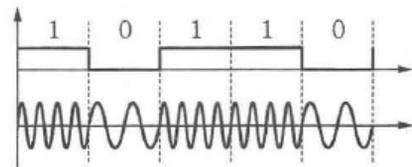
- ② 송신전력은 50W이다.
- ③ 전송에 필요한 대역폭은 8000[Hz]이다.
- ④ FM의 총 송신 전력은 베셀함수  $J_0(4)$ 에 비례한다.

80 다음은 PLL 원리를 응용한 동기검파기로서 코스타즈(costas) 방식에 대한 설명이다. 바르게 설명된 것은 무엇인가?



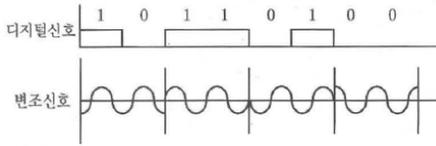
- ① 코스타즈 방식은 AM수신기에서 사용한다.
- ② 90° 위상 천이 후 두 신호를 더한다.
- ③ I-Phase와 Q-Phase의 곱의 형태이다.
- ④ VCO통과 후 주파수를 분극해 검파한다.

81 10110의 디지털 신호가 아래와 같이 변조되었다. 어떤 변조 방식을 사용한 것인가?



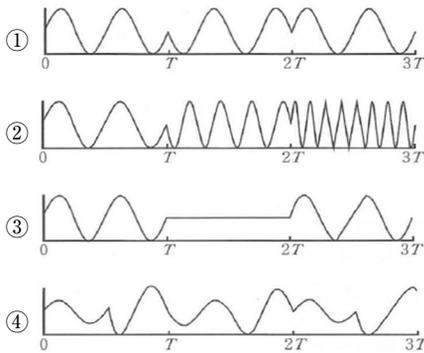
- ① QPSK                      ② ASK
- ③ BPSK                      ④ BFSK
- ⑤ 16QAM

82 다음 변조방식에 해당되는 것은?



- ① BPSK                      ② ASK
- ③ FSK                        ④ QPSK

83  $T$ 시간당 1비트를 전송하는 이진 ASK 파형인 것은?



84 디지털 데이터를 아날로그 신호 형태로 변조하는 방식은?

- ① FM                          ② QAM
- ③ AM                         ④ PM

85 다음 중 디지털 변조방식에 해당하는 것은 무엇인가?

- ① AM                         ② FM
- ③ PAM                      ④ ASK
- ⑤ CMI

86 다음 변조방식 중에서 반송파의 진폭에 정보를 실어서 전송하는 변조 방식만으로 구성된 것은?

AM, FM, ASK, OOK, FSK, PSK, DPSK, QAM

- ① AM, FSK, QAM
- ② FM, ASK, PSK
- ③ FM, FSK, PSK, DPSK
- ④ AM, OOK, ASK, QAM

87 다음 중 디지털 변조 방식으로 올바르게 짝지은 것은?

- ① Bipolar, NRZ            ② PCM, DM
- ③ ASK, PM                ④ PSK, QAM
- ⑤ AM, FM

88 변조 방식의 분류 중 옳지 않은 것은?

- ① 일정진폭 특성 : PSK, FSK, MSK
- ② 연속적인 위상 변화 : ASK, PSK, MSK
- ③ 주파수 변조 계열 : FM, FSK, MSK
- ④ 진폭 변조 계열 : AM, ASK, QAM

89 256-QAM 변조방식을 사용하여 512[Kbps]로 데이터를 전송할 경우, 심볼률[bit/symbol]은?

- ① 32                            ② 64
- ③ 256                         ④ 512

90 QPSK에서 한번에 변조할 수 있는 데이터개 수는?

- ① 2bit                      ② 3bit
- ③ 4bit                      ④ 5bit

91 심볼당 전송률이 4[bit/symbol]인 변조신호를 전송한다. 30개의 symbol을 전송시15[ms]가 걸린다. 이 신호의 [Baud]율과 [bps]를 구하시오.

- ① [Baud]율 : 1,000, [bps] : 4,000
- ② [Baud]율 : 1,000, [bps] : 6,000
- ③ [Baud]율 : 2,000, [bps] : 8,000
- ④ [Baud]율 : 2,000, [bps] : 10,000
- ⑤ [Baud]율 : 3,000, [bps] : 12,000

92 8종류의 위상과 2종류의 진폭을 이용하는 8 위상 2진폭 직교 진폭변조(QAM)모뎀이 보오율(baud rate) 2,400으로 동작하고 있다면 데이터율[bps]은?

- ① 9,600                      ② 4,800
- ③ 2,400                      ④ 1,200

93 4위상 방식을 이용하여 변조하는 시스템에서 1200[bps]를 전송한다면, 변조속도[Baud]는 얼마인가?

- ① 600[Baud]                      ② 1200[Baud]
- ③ 2400[Baud]                      ④ 4800[Baud]

94 비트율이 6400[bps]인 정보를 16레벨의 NRZ 방식으로 전송한다. 보오율[Baud]은 얼마인가?

- ① 1600                      ② 1800
- ③ 2000                      ④ 2200

95 다음 디지털 변조 방식 가운데 대역 효율이 가장 높은 방식은?

- ① BPSK                      ② QPSK
- ③ 16-QAM                      ④ 8-PSK

96 전송속도가 같은 여러 가지 변조방식들 중에서 대역폭을 가장 적게 쓰는 방식은 무엇인가?

- ① BPSK                      ② QPSK
- ③ BFSK                      ④ BASK

97 다음 디지털 변복조 방식 중에서 반송파의 진폭과 위상 모두에 정보를 실어 전송하는 방식은 무엇인가?

- ① BASK                      ② 4FSK
- ③ 8PSK                      ④ 16-QAM

98 다음 중 변조방식과 복조방식의 조합이 잘못된 것은?

- ① FSK 포락선 검파
- ② DPSK - 동기 검파
- ③ QAM → 동기 직교 검파
- ④ QPSK - 동기 직교 검파

99 다음 중 전송대역효율은 낮으나 잡음에 강한 변조방식은?

- ① ASK                                      ② FSK
- ③ OOK                                      ④ PSK

100 이진(binary)디지털 통신에서, 각 비트를 전달하기 위하여 두 신호  $A_c \cos(2\pi f_c t + \theta_1)$  와  $A_c \cos(2\pi f_c t + \theta_2)$  를 사용하는 통신 방법을 무엇이라 하는가? (단,  $f_c > 0$  이고  $\theta_1 \neq \theta_2$  이다.)

- ① PSK(phase shift keying)
- ② ASK(amplitude shift keying)
- ③ FSK(frequency shift keying)
- ④ MSK(minimum shift keying)
- ⑤ PM(phase modulation)

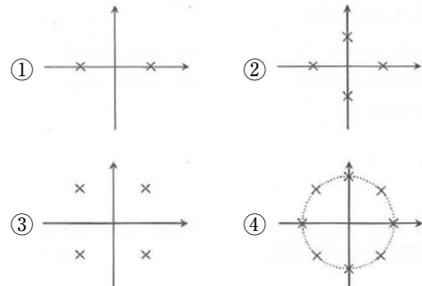
101 M진 PSK 신호에서 반송파간의 위상차는 얼마인가?

- ①  $\frac{M}{2\pi}$                                       ②  $\frac{M}{\pi}$
- ③  $\frac{\pi}{M}$                                       ④  $\frac{2\pi}{M}$

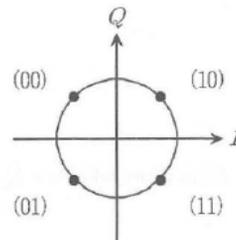
102 MPSK(M-ary Phase Shift Keying) 변조 방식에서 성상도(Constellation) 상 인접한 두 심벌 간의 위상 차이 [rad]는?

- ①  $\frac{\pi}{2M}$                                       ②  $\frac{\pi}{M}$
- ③  $\frac{2\pi}{M}$                                       ④  $\frac{4\pi}{M}$

103 다음 변조의 성상도(constellation diagram) 중 주파수 효율성(spectral efficiency)이 가장 높은 것은?

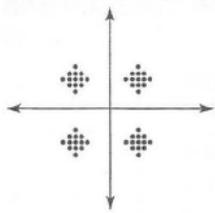


104 그림과 같이 45°, 135°, 225°, 315°의 위상과 동일한 진폭을 갖는 4개 정현파 심볼이 있다. 이 심볼의 주기당 2비트 정보를 전송하는 디지털 변조방식은?



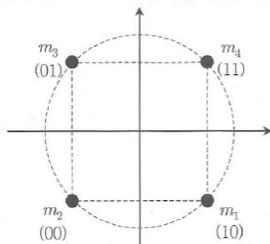
- ① Frequency Shift Keying(FSK)
- ② Binary Phase Shift Keying(BPSK)
- ③ Quadrature Phase Shift Keying(QPSK)
- ④ Amplitude Shift Keying(ASK)

105 그림의 성상도를 보고 관련 있는 변조방식이 무엇인지 나타내시오



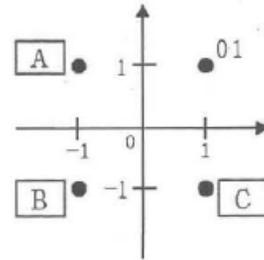
- ① QPSK                      ② 16FSK
- ③ 8QAM                     ④ 16QAM
- ⑤ 64QAM

106 다음은 QPSK의 위상선도이다 전송할 디지털 신호가  $x[n]=\{0,1,1,0,1,0,0,0\}$ ,  $n=0,1,2,\dots,7$  일 때, 변조된 QPSK 심벌의 순서가 옳은 것은? (단, 괄호 안의 신호의 순서는 좌에서 우로 진행한다.)



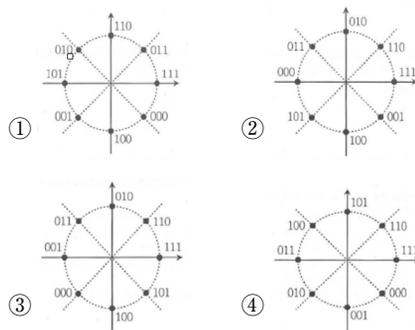
- ①  $\{m_2, m_1, m_4, m_3\}$
- ②  $\{m_1, m_2, m_3, m_4\}$
- ③  $\{m_1, m_3, m_3, m_4\}$
- ④  $\{m_3, m_1, m_1, m_2\}$

107 다음 Gray mapping을 적용한 QPSK 변조 신호의 성상도(constellation)에서 빈 칸 A, B, C에 들어가는 비트 값을 나타낸 것으로 옳은 것은?



- |   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| ① | 00 | 11 | 10 |
| ② | 11 | 00 | 10 |
| ③ | 00 | 10 | 11 |
| ④ | 10 | 00 | 11 |

108 다음 그림은 3비트를 한꺼번에 전송하는 8-PSK(phase shift keying) 디지털 변조의 신호 성상도이다 모든 심벌의 발생확률이 동일할 경우, 비트오율을 최소화하기 위한 신호 성상도는?





①	0	0	1	1	0	0	0
	$\pi$	$\pi$	0	0	$\pi$	$\pi$	
②	1	0	1	1	0	0	1
	0	$\pi$	0	0	$\pi$	$\pi$	0
③	1	0	1	1	0	1	1
	0	$\pi$	0	0	$\pi$	0	0
④	0	1	0	0	1	0	0
	$\pi$	0	$\pi$	$\pi$	0	$\pi$	$\pi$

115 QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 변조 방식에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

- ① ASK 방식과 FSK 방식을 혼합한 것이다.
- ② FSK 방식의 일종이다.
- ③ ASK 방식과 PSK 방식을 혼합한 것이다.
- ④ FSK 방식과 PSK 방식을 혼합한 것이다.

116 16진 QAM 디지털 변조방식을 사용할 때 한 번의 신호로 보낼 수 있는 정보량은?

- ① 1 비트                      ② 2 비트
- ③ 4 비트                      ④ 8 비트
- ⑤ 16 비트

117 디지털 변조 방식 중 하나인 64 QAM에서 심볼 당 할당되는 비트의 수는?

- ① 1                              ② 2
- ③ 4                              ④ 6
- ⑤ 8

118 통신 채널 환경이 동일한 경우, 다음 중 에러율이 가장 높은 통신 방식은?

- ① BPSK                      ② QPSK
- ③ 16진 QAM              ④ 64진 QAM

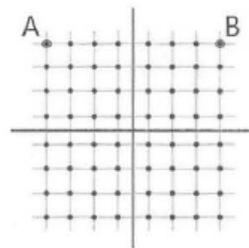
119 256-QAM 방식은 동시에 몇 비트를 전송 가능한가?

- ① 8                              ② 64
- ③ 128                        ④ 256

120 16-QAM 변조에서 하나의 심벌은 몇 개의 비트인가?

- ① 2                              ② 4
- ③ 6                              ④ 8

121 다음과 같은 성상도(constellation)를 갖는 디지털 변조방식에 대한 내용으로 옳지 않은 것은?



- ① 64 QAM 변조방식
- ② 반송파의 진폭과 위상을 이용
- ③ 심벌당 4비트를 전송
- ④ A와 B는 동일한 크기의 진폭을 가짐
- ⑤ 디지털 케이블 방송에서 적용하는 변조 방식

122 주파수 대역폭이 1.2[kHz]이고 신호대 잡음비가 3일 때, 16진 QAM변조 방식을 사용한 모뎀에서 이론상 가능한 최대 변조속도 [baud]는?

- ① 4,800                      ② 2,400  
③ 1,200                      ④ 600

123 주파수 대역폭이 3.6[kHz]이고 신호대 잡음비가 7일 때, 16진 QAM변조 방식을 사용한 모뎀에서 이론상 가능한 최대 신호방식률 [baud]는 얼마인가?

- ① 4,800                      ② 3,600  
③ 2,700                      ④ 1,500

124 다음 변조 방식중 동기검파로만 복조가 가능한 것은?

- ① ASK(amplitude shift keying)  
② PSK(phase shift keying)  
③ DPSK(differential phase shift keying)  
④ FSK(frequency shift keying)

125 PSK에 대한 설명으로 잘못된 것은?

- ① 디지털 데이터 0 또는 1에 따라 반송파의 위상을 변화 시키는 방식이다.  
② QPSK의 피변조파의 크기는 데이터에 따라 변화한다.  
③ QPSK는 BPSK보다 2배의 비트율로 전송할 수 있다.  
④ 두 개의 BPSK를 선형적으로 더해서 QPSK를 만든다.  
⑤ QPSK에서 반송파간의 위상차는 90도이다.

126 다음 중 디지털 변조 방식에 속하는 BPSK와 QPSK 방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① QPSK는 4개의 서로 다른 심볼을 사용한다.  
② BPSK에서는 심볼 당 1개의 비트가 할당된다.  
③ QPSK에서 가장 가까운 심볼 간 위상각의 차이는 45도이다.  
④ BPSK에서 심볼 간 위상각의 차이는 180도이다.  
⑤ 1개의 심볼이 차지하는 시간구간의 길이가 동일한 경우 QPSK가 BPSK보다 초[sec]당 데이터 전송속도가 빠르다.

127 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 심볼 레이트(Symbol rate)와 비트 레이트(Bit rate)가 같다.  
② BPSK(Binary Phase Shift Keying)보다 수신 특성이 좋지 않다.  
③ 동일 용량의 데이터를 전송하기 위한 최소 대역폭은 BPSK에 비하여 절반이다.  
④ 송신기 구조가 BPSK보다 복잡하다.

128 동일한 비트율(bit rate)을 가지는 BPSK(Binary Phase-Shift Keying)와 QPSK(Quadrature-Shift Keying)방식의 디지털 통신에서, 두 방식의 심벌 전송률(symbol rate) 관계는?

- ① BPSK 심벌 전송률이 QPSK 심벌 전송률의 2배

- ② BPSK 심벌 전송률이 QPSK 심벌 전송률의 1/2배
- ③ BPSK 심벌 전송률이 QPSK 심벌 전송률의 4배
- ④ BPSK 심벌 전송률이 QPSK 심벌 전송률의 1/4배

129 QPSK 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① I-CH, Q-CH 각각에서의 에러확률은 BPSK와 동일하다.
- ② 동일한 심볼 펄스 주기를 사용할 경우, 비트 전송속도는 BPSK와 같다.
- ③ 반송파의 위상차는  $90^{\circ}$ 이다.
- ④ 통과대역 통신에 쓰이는 변조방식이다.
- ⑤ 위상천이는  $180^{\circ}$  천이와  $\pm 90^{\circ}$  천이가 존재한다.

130 16QAM에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 2차원 벡터공간에 신호를 나타낼 수 있다.
- ② 진폭과 위상이 변화하는 변조방식이다.
- ③ 동기 방식으로 신호를 검출할 수 있다.
- ④ 동일한 송신전력에서 16PSK보다 오류 확률이 높다.

131 16진 직교진폭변조(QAM)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 반송파(carrier signal)의 진폭과 위상을 변화시켜 정보를 전달한다.
- ② 변조기에서 2-to-4 레벨변환기가 사용된다.

- ③ 신호점 간 최소거리는 16진 PSK의 경우와 항상 동일하다.
- ④ 최대 전송대역폭 효율은  $4[\text{bps/Hz}]$ 이다.

132 QAM에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① QAM에서 한 번에 변조할 수 있는 데이터 개수는 2bit이다.
- ② QAM신호는 두 개의 직교성 DSB-SC 신호를 선형적으로 합성한 것이다.
- ③ 동기검파를 사용하여 신호를 검출할 수 있다.
- ④ pulse 변조방식 중에서 디지털 펄스변조방식이다.

133 디지털 변조(Digital modulation)방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① BASK(Binary Amplitude Shift Keying)는 1차원(1-dimension)상의 서로 다른 신호들을 사용하여 정보를 전송한다.
- ② QPSK는 크기(amplitude)가 같고 위상(phase)이 다른 신호들을 사용하여 정보를 전송한다.
- ③ 16QAM은 크기(amplitude)와 위상(phase)을 조합한 형태의 서로 다른 신호들을 사용하여 정보를 전송한다.
- ④ 변조된 하나의 신호의 대역폭이 동일한 경우, BFSK(Binary Frequency Shift Keying)는 BPSK(Binary Phase Shift Keying)에 비하여 주파수 효율(spectral efficiency)이 높다.

**134** 무선 디지털 변복조 기술에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① FSK는 송신내용에 따라서 전송되는 신호의 주파수가 변화되는 방식이다.
- ② ASK는 송신내용에 따라서 전송되는 신호의 진폭이 변화되는 방식이다.
- ③ PSK는 송신내용에 따라서 전송되는 신호의 위상이 변화되는 방식이다.
- ④ QAM은 송신 내용에 따라서 전송되는 신호의 진폭 및 주파수가 변화되는 방식이다.
- ⑤ QPSK는 심볼당 2비트를 전송한다.

**135** 급격한 위상천이를 줄이기 위해 한비트 만큼 시간을 지연 시켜 최대위상천이를 90도로 줄인 방식을 무엇이라고 하는가?

- ① DQPSK                      ② QMA
- ③ OQPSK                      ④ FSK

**136** MSK에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① FSK 계열 중에서 대역폭이 가장 좁으며, 위상 연속이다.
- ② MSK의 오류 확률은 QPSK나 OQPSK의 오류 확률과 같다.
- ③ MSK의 주엽은 QPSK보다 크지만, 부엽은 크기는 상당히 적다.
- ④ MSK는 동기검파만 가능하고, 비동기검파는 사용할 수 없다.

**137** 가우시안 채널 환경에서 디지털 부호를 수신할 때, 동일한 신호 대 잡음비에서 가장 적은 비트오율을 갖는 복조방식은?

- ① 동기(Coherent) binary FSK
- ② 동기(Coherent) binary PSK
- ③ 비동기(Non-coherent) binary FSK
- ④ 비동기(Non-coherent) binary PSK
- ⑤ 비동기(Non-coherent) binary ASK

**138** 다음과 같이 전송률  $R=3M$  bits/sec의 데이터를 8PSK 형태로 디지털 변조하여 전송한다. 채널에서 필요한 전송대역폭은 얼마인가?

- ① 3[MHz]                      ② 2[MHz]
- ③ 1[MHz]                      ④ 0[MHz]

**139** 16진 QAM의 대역폭 효율은 얼마인가?

- ① 4[bps/Hz]                      ② 8[bps/Hz]
- ③ 16[bps/Hz]                      ④ 32[bps/Hz]

**140** 16-QAM 변조방식을 사용하는 통신시스템의 전송속도가 100[Mbps]일 때 이와 동일한 심벌률(symbol rate)을 이용하여 QPSK 변조방식으로 데이터를 전송할 때 전송속도는? (단위: Mbps)

- ① 200                              ② 100
- ③ 50                                ④ 16
- ⑤ 4

141 하나의 심벌을 구성하는 비트 수가 가장 많은 변조 방식은?

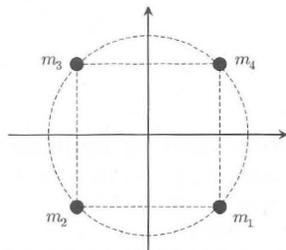
- ① BPSK                      ② QPSK
- ③ 8-VSB                    ④ 16-QAM
- ⑤ 256-QAM

142 다음은 QAM을 설명한 것이다. (㉠과 ㉡)에 들어갈 내용으로 옳은 것은?

QAM은 (㉠)과(㉡)이/가 결합된 디지털 변조 방식을 의미한다.

- ① (㉠) : AM, (㉡) : FM
- ② (㉠) : AM, (㉡) : PM
- ③ (㉠) : ASK, (㉡) : PSK
- ④ (㉠) : ASK, (㉡) : FSK
- ⑤ (㉠) : FSK, (㉡) : PSK

143 다음은 일반적으로 많이 사용하고 있는 QPSK의 위상선도이다. 전송되는 데이터 '00'일 경우  $m_2$ 에 해당하는 심벌의 송신한다고 했을 때 '01', '10', '11'에 해당하는 심벌을 순서대로 적시오. (단. gray code 방식으로 매핑이 된 QPSK 신호 성상도이다.)



- ①  $m_4, m_1, m_3$                       ②  $m_3, m_4, m_1$
- ③  $m_1, m_4, m_3$                       ④  $m_3, m_1, m_4$

144 16QAM 방식으로 2000[bps]의 전송율을 가진 신호를 전송하고 있다. 이때 변조된 신호의 심벌의 주기( $T_s$ )는 얼마인가?

- ① 2[ms]                      ② 1[ms]
- ③ 0.5[ms]                      ④ 0.25[ms]

답: ①

145 8-PSK 변조방식에서 하나의 심벌을 표현하는데 필요한 비트 수는 몇 비트인가?

- ① 2                              ② 3
- ③ 4                              ④ 5

146 다음 PSK 및 DPSK 방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① PSK 방식에서는 매 심벌의 위상에 데이터를 실어 송신하는 반면 DPSK 방식에서는 연이은 두 심벌의 위상차에 데이터를 실어 보낸다.
- ② DPSK 방식은 PSK 방식에 비해 송신 신호의 동기를 정확히 맞추는 필요가 없어 복조회로가 간단해질 수 있다.
- ③ DPSK 방식에서는 수신측에 도착한 심벌의 위상으로부터 바로 전에 도착한 심벌의 위상을 빼서 정보를 추출하는데, 심벌의 위상에 묻어 있는 잡음 간에도 뺄셈이 되어 잡음의 크기도 작아지는 셈이므로 PSK 방식에 비해 오류확률이 좋아진다.
- ④ 심벌 에너지가 같다면, 심벌당 비트의 개수가 증가할수록 오류확률성능은 나빠진다.

- ⑤ 심벌 속도(Rate)가 동일할 경우. DPSK 방식의 데이터 전송률은 PSK 방식과 동일하다.

**147** 기저대역 전송부호가 갖추어야 할 조건이 아닌 것은 무엇인가?

- ① 아주 작은 주파수나 아주 높은 주파수가 제한되어야 한다.
- ② 타이밍 정보를 포함해야 한다.
- ③ 전송할 때에 에러검출이 가능해야 한다.
- ④ DC성분이 포함되어야 한다.

**148** 전송 부호가 가져야 하는 조건에 해당되지 않은 것은?

- ① 타이밍 정보가 포함되어야 한다.
- ② DC 성분이 포함되지 않아야 한다.
- ③ 점유 주파수 대역폭이 넓어야 한다.
- ④ 에러의 검출과 교정이 가능해야 한다.

**149** 다음 설명들 가운데 기저대역 전송(base-band transmission)을 위한 선로부호(line code)가 갖추어야 하는 조건에 가장 적합하지 않은 것은?

- ① 잡음 면역성(noise immunity)이 큰 것이 바람직하다.
- ② 부호어의 길이에 대한 메시지 비트의 비율을 나타내는 부호율(code rate)이 높아야 한다.
- ③ 자체 동기 (self synchronization) 능력을 보유하는 것이 바람직하다.

- ④ 부호가 점유하는 주파수 대역폭이 작아야 한다.

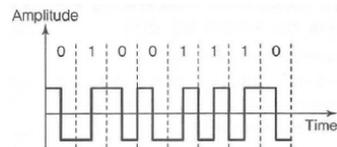
**150** 디지털 신호의 기저대역 전송을 위한 라인 코드에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① NRZ(Non-Return-to-Zero) 방식은 RZ(Return-to-Zero) 방식에 비해 더 넓은 대역폭을 사용한다.
- ② RZ 방식은 NRZ 방식에 비해 동기 정보를 추출하기가 쉽다.
- ③ 동일한 진폭과 펄스 구간을 사용한다고 가정할 때, 양극성(Polar) NRZ 방식이 양극성 RZ 방식보다 잡음에 강하다.
- ④ 동일한 신호전력을 사용한다고 가정할 때, 단극성(Unipolar) 방식이 양극성 방식에 비해 비트오류 확률이 높다.

**151** RZ(return-to-zero)이 부호가 NRZ(non-return-to-zero) 부호에 비해 우수한 점은?

- ① 소요 주파수 대역
- ② 데이터 전송속도
- ③ 동기신호 추출
- ④ 잡음에 대한 내성

**152** 다음 전송부호와 가장 관련 있는 것은 무엇인가?



- ① 차분코드                      ② biphas
- ③ 맨체스터                      ④ NRZ

**153** 디지털 전송부호의 종류 중 가장 쉬운 인코딩 기법이며, 대역폭을 효율적으로 사용하지만 직류 성분의 존재와 동기화 능력이 부족한 단점을 가진 방식은?

- ① 복류 부호                      ② RZ 부호
- ③ 폴라부호                      ④ NRZ 부호

**154** 디지털 통신시스템에서 사용되는 원천 부호화에 대한 설명으로 옳지 않은 것은 무엇인가?

- ① 원천 부호화는 채널상에서 발생하는 잡음에 의한 오류를 검출 혹은 정정하고자 하는 부호체계이다.
- ② 전송하고자하는 목적물의 알파벳을 이진수로 인코딩하는 과정이 적용된다.
- ③ 데이터 압축률을 높일수록 효율성이 증가된다.
- ④ 문자, 음성, 영상 등 데이터의 형태에 따라 다양한 부호화 체계가 적용된다.

**155** 디지털 변환에 대한 일반적인 설명이다. 잘못 설명하고 있는 것은 무엇인가?

- ① NRZ(Non-Return-to-Zero) 방식은 RZ(Return-to-Zero) 방식에 비해 더 좁은 대역폭을 사용한다.
- ② 쌍극성 방식(AMI)은 직류성분이 없고 대역폭이 작으나 0이 오래 지속되는 경우 클락신호를 잃기 쉽다.

- ③ 맨체스터 코드는 용기 추출이 용이하다.
- ④ 동일한 신호전력을 사용한다고 가정할 때, 단극성(Unipolar) 방식이 양극성 방식에 비해 비트오류확률이 낮다.

**156** 아날로그 전송 방법이 아닌 변조 형태는?

- ① PAM                              ② PCM
- ③ PTM                              ④ PWM

**157** 아날로그 신호를 표본화하는 경우에 얻게 되는 파형은?

- ① PAM                              ② PDM
- ③ PPM                              ④ PNM

**158** 펄스의 진폭, 주기 등은 일정하고 펄스폭이 입력 신호에 따라 변화되도록 하는 변조방식은?

- ① PFM                              ② PAM
- ③ PPM                              ④ PWM

**159** 정보통신을 위한 펄스변조방식에 해당되지 않는 것은?

- ① DM                                ② ADPCM
- ③ PCM                               ④ FM

**160** 펄스의 폭과 진폭은 일정하게 유지하고 신호의 표본값에 따라 펄스의 위치만을 변화시키는 변조 방식은?

- ① PAM                              ② PPM
- ③ PTM                              ④ PCM

161 전송해야할 신호의 진폭(순시값)을 부호화하여 그 부호에 의해서 반송파를 펄스 변조하는 방식은?

- ① PDM                      ② PTM
- ③ PCM                      ④ PPM

162 펄스의 폭과 진폭은 일정하게 유지하고 신호의 표본값에 따라 펄스의 위치만을 변화시키는 방식은?

- ① PCM 방식              ② PDM 방식
- ③ PPM 방식              ④ PAM 방식

163 펄스 변조 방식 중 디지털 펄스 변조(또는 불연속 레벨 변조)에 해당되지 않는 것은?

- ① PNM                      ② PCM
- ③  $\Delta M$ (Delta 변조)   ④ PTM

164 다음 변조 방식 중에서 진폭에 따라서 펄스의 폭을 변화시키는 변조방식은 무엇인가?

- ① PAM                      ② PWM
- ③ PPM                      ④ PNM

165 신호파의 진폭이 변화함에 따라 변조된 파의 주파수가 변화하는 변조방식은 다음 중 어떤 방식인가?

- ① AM                      ② PM
- ③ FM                      ④ ASK

166 다음 변조 방식 중에서 아날로그 연속변조 방식은 어느 것인가?

- ① PAM                      ② PWM
- ③ DM                      ④ VSB

167 펄스의 진폭, 주기 등은 일정하고 펄스폭이 입력 신호에 따라 변화되도록 하는 변조방식은?

- ① PFM                      ② PPM
- ③ PAM                      ④ PWM

168 다음은 여러 가지 펄스 변조 방식들이다 이 중에서 양자화 잡음이 발생하는 변조 방식은 무엇인가?

- ① PAM                      ② PTM
- ③ PCM                      ④ PWM

169 PAM, PWM, PPM 변조방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 디지털 변조방식에 속한다.
- ② PAM은 시분할 다중화 전송이 가능하다.
- ③ PWM은 모터를 제어하는데 사용된다.
- ④ PPM은 펄스의 폭과 진폭이 일정하다.

170 아래 펄스 변조 방식 중 아날로그 변조 방식은 모두 몇 개인가?

- ㉠ PAM(Pulse Amplitude Modulation)
- ㉡ PPM(Pulse Position Modulation)
- ㉢ PWM(Pulse Width Modulation)
- ㉣ PNM(Pulse Number Modulation)
- ㉤ PCM(Pulse Code Modulation)
- ㉥ DM(Delta Modulation)

- ① 3개                      ② 4개
- ③ 5개                      ④ 6개

171 비트전송률이 32,000[bits/s]인 정보를 16-PAM을 통해 전송할 때, 심벌전송률[symbols/s]은?

- ① 2,000                      ② 4,000
- ③ 6,000                      ④ 8,000

172 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.

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