

9급 통신직(공무원/군무원), 공기업(전공) 시험대비

통신공학

기본과정

개념확인 및 출제경향확인문제

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

제 1 편	통신공학(I)	9
	제1장 무선통신개론	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	기지대역 전송	24
개념확인 8	디지털 연속변조	24
개념확인 9	전송 속도	27
개념확인 10	무선 통신의 잡음(Noise)	28
	▪ 출제경향확인문제	31
	제2장 AM 송신기	43
개념확인 1	AM 송신기	44
개념확인 2	LC발진기	45
개념확인 3	수정발진기	47
개념확인 4	RC 발진기	48
개념확인 5	완충 증폭기(Buffer Amplifier), 주파수 체배기(Frequency Multiplier)	50
	▪ 출제경향확인문제	54
	제3장 AM 수신기	57
개념확인 1	AM 수신기	58
개념확인 2	슈퍼헤테로다인 수신기	59
개념확인 3	고주파 증폭기(RF Amp)	61
개념확인 4	검파기(DET:Detector)	63
	▪ 출제경향확인문제	65

제4장	SSB 송·수신기	67
개념확인 1	SSB 송신기(Single Sideband Transmitter)	68
■ 출제경향확인문제		70
제5장	FM 송신기	73
개념확인 1	FM 송신기 구조	74
■ 출제경향확인문제		78
제6장	FM 수신기	79
개념확인 1	FM 수신기 구조	80
개념확인 2	주파수 변별기(Frequency Discriminator)	81
개념확인 3	스quelch(Squelch)회로, PLL(Phase Locked Loop)	83
■ 출제경향확인문제		85
제7장	Microwave 다중통신	87
개념확인 1	Microwave 통신방식의 특징	88
개념확인 2	다중화	89
개념확인 3	PCM/TDM	90
개념확인 4	마이크로파 중계 방식	91
개념확인 5	이동통신	93
개념확인 6	이동통신망	96
개념확인 7	항법장치	98
개념확인 8	레이더	100
개념확인 9	마이크로파 전자관	102
■ 출제경향확인문제		104
제8장	위성통신	111
개념확인 1	위성통신	112
개념확인 2	위성 통신의 종류	114
개념확인 3	GPS(Global Positioning System)	119
■ 출제경향확인문제		122

제 2 편 통신공학(II) 127

제1장 무선통신시스템의 기초	129
개념확인 1 무선통신시스템	130
개념확인 2 디지털통신시스템	132
개념확인 3 아날로그 변조	134
개념확인 4 PCM	138
개념확인 5 디지털 증계기	143
개념확인 6 Baseband 전송	145
개념확인 7 PCM-TDM 다중화	147
개념확인 8 디지털 연속 변조	149
개념확인 9 전송속도	152
개념확인 10 채널 용량	153
개념확인 11 채널 부호화(channel coding)-ARQ	155
개념확인 12 채널 부호화(channel coding)-FEC	157
개념확인 13 전파(電波)의 전파(傳播)이론	162
개념확인 14 전파의 감쇠	165
개념확인 15 전파 통로에 의한 분류	167
개념확인 16 초단파대(VHF) 이상의 전파특성	170
▪ 출제경향확인문제	172
제2장 대역확산(SS) 변조통신방식	179
개념확인 1 대역 확산(Spread Spectrum) 변조 통신방식	180
개념확인 2 대역 확산(Spread Spectrum) 변조 통신방식의 종류	182
개념확인 3 PN코드, 처리이득	186
▪ 출제경향확인문제	189
제3장 다중화와 다중접속	191
개념확인 1 다중화와 다중접속	192
개념확인 1 다중접속(다원접속, 다자간의 접속)	196
▪ 출제경향확인문제	202

제4장	OFDM 변조기술	203
개념확인 1	OFDM	204
▪	출제경향확인문제	215
제5장	무선통신응용기술 시스템	217
개념확인 1	ISM band(비 면허대역)	218
개념확인 2	무선 LAN	221
개념확인 3	무선 LAN의 표준기술	225
개념확인 4	MAC 계층 기술	227
개념확인 5	무선 LAN의 전송방식	230
개념확인 6	무선 단거리 통신시스템(WPAN)	234
개념확인 7	WPAN 기술	240
▪	출제경향확인문제	243
제6장	무선통신 프로토콜(Protocol)	249
개념확인 1	OSI 7계층 PROTOCOL	250
개념확인 2	프로토콜의 기능	256
개념확인 3	OSI 7계층 참조모델	260
개념확인 4	OSI 7계층의 기능과 특징	264
개념확인 5	인터넷워킹(Internetworking)	280
개념확인 6	TCP/IP PROTOCOL	281
▪	출제경향확인문제	287
제7장	이동 통신 시스템 구성	291
개념확인 1	셀룰러 이동통신 시스템 개념과 세대 분류	292
개념확인 2	이동 통신 시스템의 순 방향과 역 방향 채널	296
개념확인 3	IS-95-CDMA 와 WCDMA[3G]시스템	303
개념확인 4	이동통신 시스템의 발전	318
개념확인 5	LTE-Advanced 시스템	331
개념확인 6	무선 이동통신의 신기술	336

개념확인 7	Digital 방송 주요 기술	349
■	출제경향확인문제	355
제8장	무선통신시스템 계획과 관리	359
개념확인 1	무선통신시스템 계획과 관리	360
개념확인 2	전송량의 단위	370
개념확인 3	가동률	371
■	출제경향확인문제	375
제9장	통신이론	379
개념확인 1	신호의 분류	380
개념확인 2	기본 신호 파형	381
개념확인 3	직교 벡터 좌표계와 직교 함수 좌표계	385
개념확인 4	푸리에 급수 (Fourier Series)	386
개념확인 5	푸리에 변환 (Fourier Transform)	393
개념확인 6	콘볼루션(convolution)	405
■	출제경향확인문제	408

제1편 통신공학(I)

통신직



제 1 장

무선통신개론

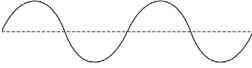
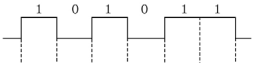
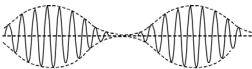
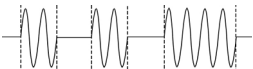

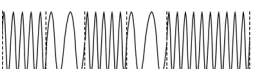
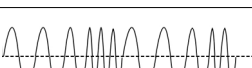
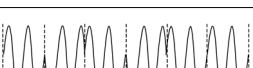
- 1 변조(Modulation)의 목적
- 2 변조의 종류
- 3 진폭변조(Amplitude Modulation : AM)
- 4 각도 변조(Angle Modulation)
- 5 펄스 변조(Pulse Modulation)
- 6 펄스 부호 변조(PCM : Pulse Code Modulation)
- 7 기저대역 전송
- 8 디지털 연속변조
- 9 전송 속도
- 10 무선 통신의 잡음(Noise)

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

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)

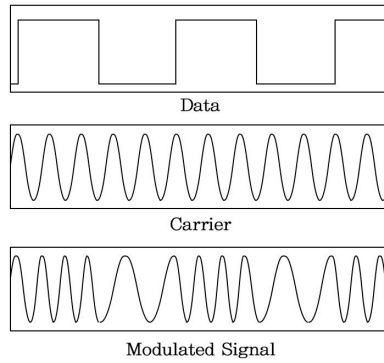
Analog 신호를 pulse의 수로 변화시키는 변조방식

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

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

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

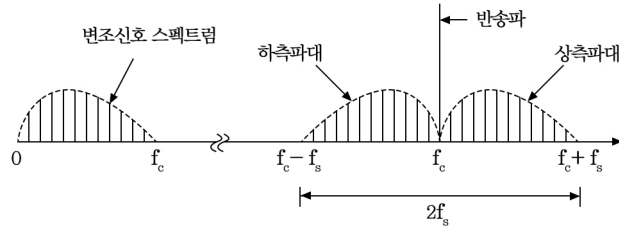
$$\begin{aligned} e_{AM} &= (V_c + V_s \cos \omega_s t) \cos \omega_c t \\ &= V_c \left(1 + \frac{V_s}{V_c} \cos \omega_s t \right) \cos \omega_c t \\ &= V_c (1 + m \cos \omega_s t) \cos \omega_c t \quad \text{[피변조파]} \end{aligned}$$

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

제1항(반송파)

제2항(상측파대)

제3항(하측파대)



[진폭변조의 스펙트럼]

(1) AM 파의 전력

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

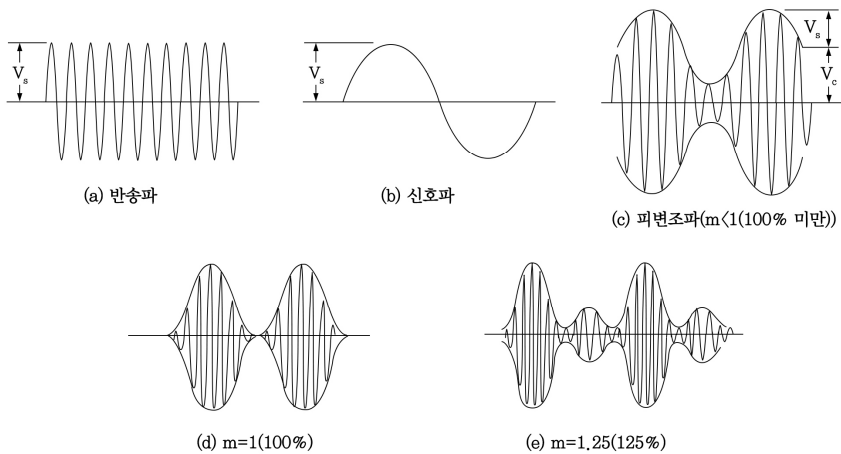
$$P_u = \left(\frac{\frac{m V_c}{2}}{\sqrt{2}}\right)^2 \times \frac{1}{R} = \frac{m^2 V_c^2}{8R} = \frac{m^2}{4} \times \frac{V_c^2}{2R} = \frac{m^2}{4} P_c \text{ [W]} \quad \text{[상측파대 전력]}$$

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

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

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

(2) 변조도(m)



[AM 변조도 파형]

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

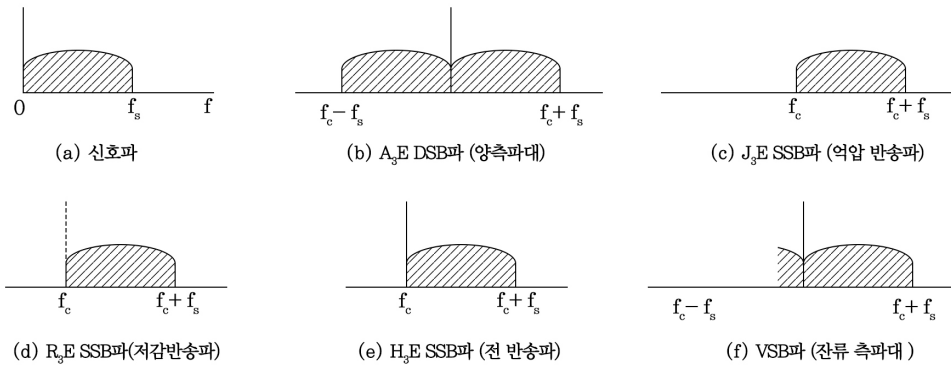
- $m > 1$ (과변조): $V_c < V_s$ 인 경우

- 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.

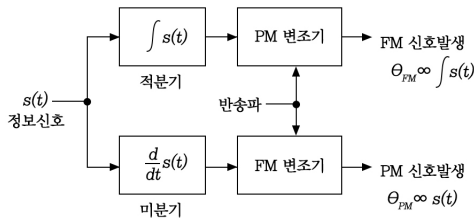
2. 위상 변조(PM : Phase Modulation)

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

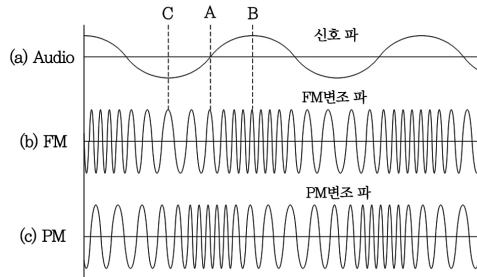
$$V_c = V_c \sin \omega t \quad (\omega = 2\pi f, f : \text{반송 주파수}) \quad \text{[반송파]}$$

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

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

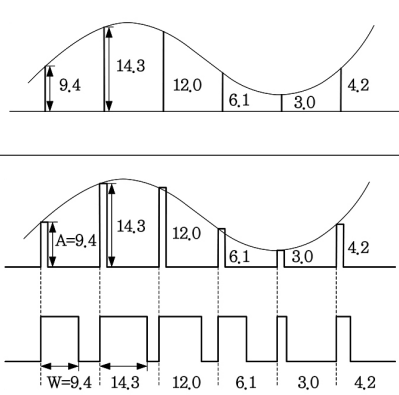
120[MHz]인 반송파를 20[kHz]인 신호파로 FM 변조했을 때 최대 주파수 편이가 100[kHz]이면 변조지수는 얼마인가?

- 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



아날로그			입력신호	
펄스 변조 방식의 종류			변조하는 파라미터	
	기호	명칭		
아날로그 변조	PPM (PPM)	펄스 위상 변조 Pulse Phase Modulation 펄스 위치 변조 Pulse Position Modulation	위상 or 위치	
	PFM	펄스 주파수 변조 Pulse Frequency Modulation	주파수	
	PTM	펄스 시 변조 Pulse Time Modulation	신호파의 진폭에 따라 펄스의 시간적 위치를 변동시키는 변조 방식 지금은 거의 사용되지 않는다.	
디지털 변조	PNM	펄스 수 변조 Pulse Number Modulation	펄스 수	
	PCM	펄스 부호 변조 Pulse Code Modulation	부호화	

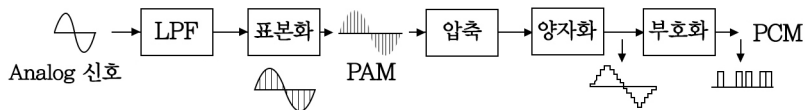
개념확인문제

다음 중 디지털 변조 방법은?

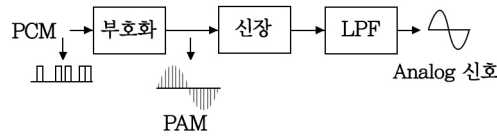
- ① PAM
- ② PCM
- ③ PPM
- ④ PWM

정답: ②

개념확인 6 펄스 부호 변조(PCM : Pulse Code Modulation)

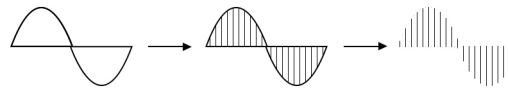


[승신기]



[수신기]
[펄스부호변조(PCM) 과정]

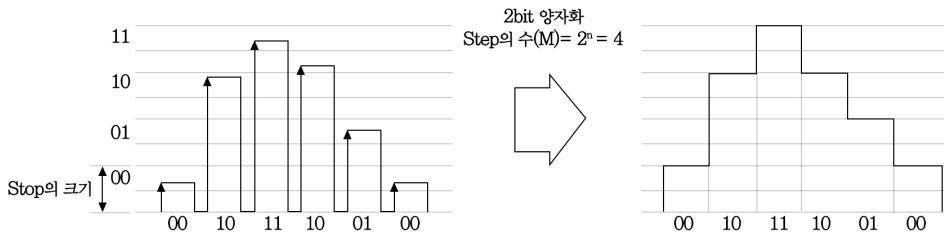
1. 표본화 정리



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)

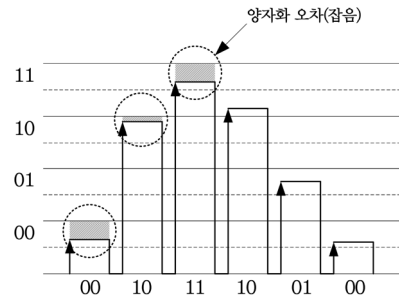
입력되는 신호의 크기에 관계없이 양자화 스텝의 크기를 항상 일정하게 양자화 하는 방식으로 입력신호의 크기가 일정한 경우에 사용하는 방식이다.

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.



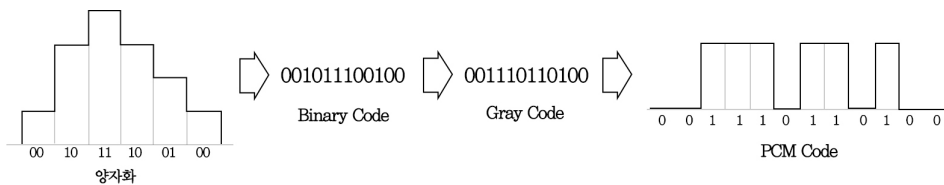
[양자화 오차]

(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

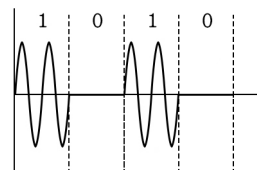
정답: ②

개념확인 8 **디지털 연속변조**

1. 디지털 연속 변조

(1) ASK방식

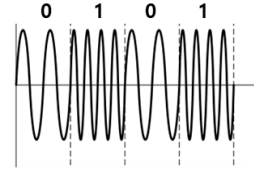
- ① 300bps이하의 저속도 전송에 사용된다.
- ② 각종 잡음이나 신호레벨 변동에 약하다.



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

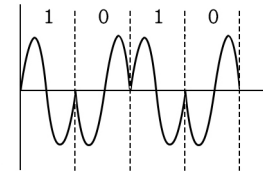
(2) FSK방식

- 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.



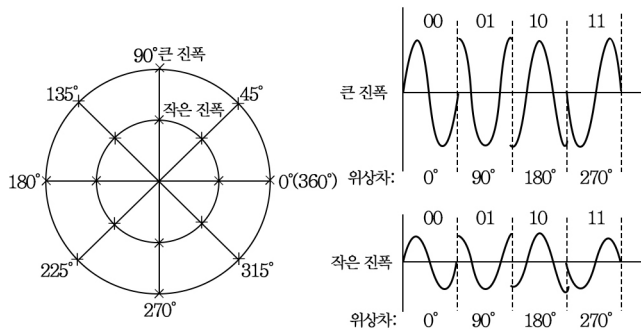
(3) PSK방식

- 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 이용하며 저속 통신에 이용된다.
- ② 주파수 편이 변조(FSK)는 정현파의 주파수에 정보를 실는 방식으로 2가지의 주파수를 이용하며 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

한 전송용량을 크게 하려면 전송 대역폭을 증가시키거나, 신호의 크기는 크게 하고 반면에 잡음은 감소시켜 $\frac{S}{N}$ (신호 대 잡음비)를 증가시켜 주면 된다.

② 나이퀴스트(Nyquist) 정리

나이퀴스트 정리는 샤논의 정리와 달리 전송매체 상에 잡음이 존재하지 않는다는 가정 하에 채널 용량을 구하는 공식으로 채널상의 잡음은 고려하지 않는 대신에 지연 왜곡에 의한 ISI(intersymbol interference)에 근거하여 채널을 통한 최대 전송용량을 구한다.

$$\text{채널 용량 } (C) = 2B \log_2 M [\text{bps}]$$

여기서 B 는 전송 대역폭을 의미하며, M 은 상태변화 수 즉 서로 다른 신호 성분의 수를 나타낸다.

결국 나이퀴스트(Nyquist) 정리에 의하면 데이터 전송 용량은 단지 그 채널의 대역폭에만 제한을 받게 되며, 대역폭이 B 로 주어진 경우 전송이 가능한 최대 대역폭은 $2B$ 가 된다.

개념확인문제

2진 ASK(Amplitude Shift Keying) 신호의 전송속도가 1,200[bps]이면 보[baud] 속도는 얼마인가?

- ① 300 [baud/초]
- ② 400 [baud/초]
- ③ 600 [baud/초]
- ④ 1,200 [baud/초]

정답: ④



개념확인 10

무선 통신의 잡음(Noise)

1. 무선 통신의 잡음(Noise)

통신계의 송신측 입력 단에서 수신측 출력 단 사이에 발생 또는 혼입되어 수신측 출력 단에 나타나는 본래 신호 이외의 모든 신호를 의미한다.

(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)

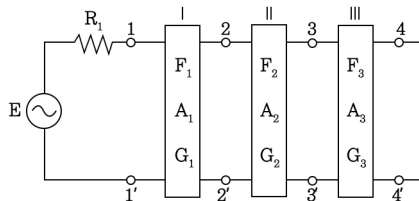
잡음 지수는 입력신호의 S/N비에 대한 출력 신호의 S/N비를 의미한다.

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

(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

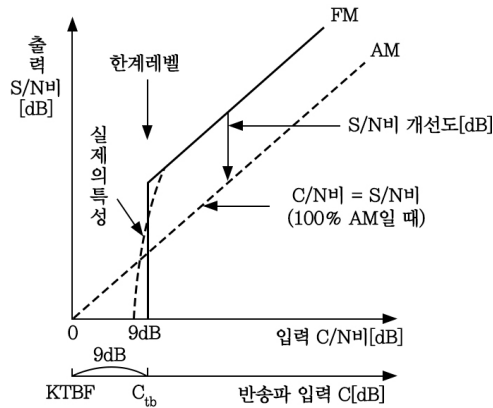
$$F = \frac{S_i/N_i}{S_o/N_o} = \frac{S_i}{S_o} \cdot \frac{N_o}{N_i}$$

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 수신이 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 진폭 12[V], 주파수 10[MHz]의 반송파를 진폭 6[V], 1[kHz]의 변조파 신호로 진폭 변조할 때 변조율은?
- ① 25 [%] ② 50 [%]
③ 75 [%] ④ 100 [%]
- 2 AM에서 피변조파의 전압 $V_{AM} = (100 + 60\cos 2\pi 400t)\sin 2\pi \times 10^6 t$ 일 때 변조도는 몇 [%]인가?
- ① 30 [%] ② 40 [%]
③ 50 [%] ④ 60 [%]
- 3 진폭변조파의 변조도(m)에 대한 설명 중 틀린 것은?
- ① 변조도 $m = 1$ 이면 피변조파(신호파) 전력은 반송파 전력의 1.5배가 된다.
② 변조도 m 이 낮을수록 측파대 전력은 감소한다.
③ 변조도 $m < 1$ 이면 타 통신에 혼신을 준다.
④ 변조도 $m > 1$ 이면 신호파의 진폭이 찌그러진다.
- 4 다음 중 진폭 변조(AM)에서 과변조가 일어났을 때의 설명으로 틀린 것은?
- ① 피변조파에는 많은 고조파가 포함된다.
② 점유대역폭이 넓어진다.
③ 과변조된 파를 수신하면 명료도가 저하된다.
④ 변조지수가 1이하일 경우에 발생한다.
- 5 다음 중 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.
- 6 다음 중 AM에서 과변조가 발생하였을 때 일어나는 현상과 관계가 없는 것은?
- ① 피변조파에 많은 고조파가 발생한다.
② 점유주파수대폭이 넓어지므로 다른 통신에 혼신을 준다.
③ 명료도가 개선되어 자기진동이 일어난다.
④ 음성파가 많이 찌그러진다.
- 7 정현파 신호의 반송파를 60[%] 진폭변조(AM)한 송신기의 반송파 전력이 600[W]일 경우 피변조파 전력은 얼마인가?
- ① 908[W] ② 808[W]
③ 708[W] ④ 608[W]
- 8 100[W] 전력의 반송파를 변조도 80[%]로 진폭 변조하여 전송하고자 할 때 피변조파의 총 전력은?
- ① 92[W] ② 100[W]
③ 132[W] ④ 140[W]
- 9 AM(Amplitude Modulation)에서 반송파 전압이 10[V], 변조도가 80[%]일 때 상측파대 전압은 몇 [V]인가?
- ① 2[V] ② 4[V]
③ 6[V] ④ 8[V]

10 변조지수가 60[%]인 AM변조에서 반송파의 평균 전력이 300[W]일 때, 하측파대 전력은 얼마인가?

- ① 9[W] ② 18[W]
- ③ 27[W] ④ 54[W]

11 다음 중 DSB-TC 시스템에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 2개의 측파대를 가지며 피변조파에 반송파가 포함된다.
- ② 포락선 검파(Envelope Detection) 방법을 사용해서 복조한다.
- ③ FM방식보다는 SNR이 떨어진다.
- ④ SSB변조에 비해 대역폭을 반만 사용한다.

12 DSB-LC(Double Side Band Large Carrier) 진폭변조 방식의 AM피변조파의 하측파대 : 반송파 : 상측파대의 전력 비율로 옳은 것은? (단, 반송파의 전력비율을 1로 설정)

- ① $m^2 : 1 : m^2$
- ② $m^2/2 : 1 : m^2/2$
- ③ $m^2/3 : 1 : m^2/3$
- ④ $m^2/4 : 1 : m^2/4$

13 1000[kHz]의 반송파신호가 3[kHz]의 신호 파에 의해 진폭변조 되었다면 AM 신호의 주파수 스펙트럼에 나타나는 성분은 무엇인가?

- ① 3[kHz], 6[kHz], 1,000[kHz]
- ② 997[kHz], 1,000[kHz], 1,003[kHz]
- ③ 1,000[kHz], 1,003[kHz], 1,006[kHz]
- ④ 994[kHz], 1,000[kHz], 1,006[kHz]

14 정보신호가 $m(t) = \cos(2\pi f_m t)$ 인 정현파를 반송파 f_c 를 사용하여 DSB-TC 변조하는 경우 변조된 신호의 스펙트럼을 모두 나타낸 것은?

- ① f_m, f_{-m}, f_c, f_{-c}
- ② $f_c + f_m, -f_c - f_m$
- ③ $f_c + f_m, f_c - f_m, -f_c + f_m, -f_c - f_m$
- ④ $f_c + f_m, f_c, f_c - f_m, -f_c + f_m, -f_c - f_c - f_m$

15 정보신호가 $m(t) = \cos(2\pi f_m t)$ 인 정현파를 반송파 f_c 를 사용하여 DSB-SC 변조하는 경우 변조된 신호의 스펙트럼으로 옳은 것은?

- ① f_m, f_{-m}, f_c, f_{-c}
- ② $f_c + f_m, -f_c - f_m$
- ③ $f_c + f_m, f_c - f_m, -f_c + f_m, -f_c - f_m$
- ④ $f_c + f_m, f_c, -f_c - f_m, -f_c + f_m, f_c - f_c - f_m$

16 다음 중 DSB(Double Side Band) 방식에 비하여 SSB(Single Side Band) 방식의 장점으로 틀린 것은?

- ① 송신기의 소비전력이 약 30[%] 정도 줄어든다.
- ② 선택성 페이딩의 영향이 약 6[dB] 정도 개선된다.
- ③ SNR 개선이 첨두 전력이 같을 때 약 12[dB] 정도 개선된다.

④ 대역폭이 축소되어 주파수 이용률이 개선된다.

17 변조도 $m = 1(100[\%])$ 인 경우 SSB (Single Side Band) 송신기의 평균전력은 DSB-LC(Double Side Band-Large Carrier) 송신기 평균 전력에 비해 어느 정도 소요되는가?

- ① 1/2배 ② 1/3배
③ 1/4배 ④ 1/6배

18 다음 중 VSB 변조에 대한 설명으로 틀린 것은?

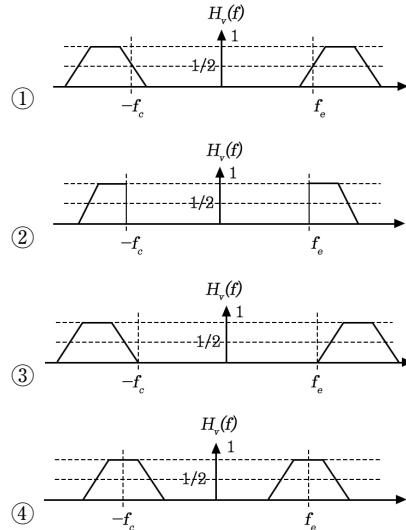
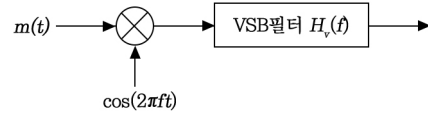
- ① 양 측파대 중 원하지 않는 측파대를 완전히 제거하지 않고 그 일부를 잔류시켜 원하는 측파대와 함께 전송한다.
② VSB 변조는 SSB 변조에 비해 25~33[%] 정도의 대역폭을 넓게 사용하지만 간단히 만들 수 있다.
③ 원하지 않는 측파대를 완벽히 제거하지 않아야 하므로 필터 설계조건이 까다롭다.
④ DSB 변조와 SSB 변조를 절충한 방식으로 텔레비전 방송에 사용되고 있다.

19 다음 중 VSB(Vestigial Side Band) 통신방식에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 반송파의 주파수를 신호파의 진폭에 따라 변화시키는 변조방식
② 진폭변조로 인하여 반송파의 상측파대와 하측파대를 함께 전송하는 방식
③ 주파수의 폭을 줄이기 위하여 변조 후 나타나는 양측파대 중 단지 하나만 취한 것

④ 진폭변조에서 한쪽의 측파대에 포함되는 변조 신호의 고역에 대응하는 성분을 크게 감쇠시켰을 때의 나머지 부분

20 다음 그림에 나타난 VSB의 변조과정을 보면 정보신호 $m(t)$ 에 주파수가 f_c 인 반송파를 곱하여 DSB 신호를 만든다. 이를 VSB 필터 $H_v(f)$ 를 통과시켜서 전송신호를 만든다. 이 과정에서 사용되는 VSB 필터의 주파수응답으로 적절한 것은?



21 다음은 8VSB 송신기의 구성 요소를 나타낸 것 중 틀린 것은?

- ① PN(Pseudo Random) 인코더
② 리드-솔로몬(Reed-Solomon) 인코더
③ 데이터 인터리버
④ 트렐리스(Trellis) 인코더

22 다음 중 SSB 신호에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① SSB 신호는 DSB-SC와 같이 동기검파를 수행하여 원래의 변조 신호를 얻을 수 있다.
- ② SSB 신호는 DSB의 두 개 측파를 모두 전송하는 것이 아니고 한쪽만 전송하는 것이므로 신호의 분리에 날카로운 차단 특성을 가진 필터를 사용해야 한다.
- ③ 변조하는 신호에 DC성분이 있는 경우 SSB를 사용할 수 없다.
- ④ SSB 신호는 복조기에서의 주파수 및 위상의 오차에 대한 영향이 DSB에 영향을 미치는 정도와 유사하다.

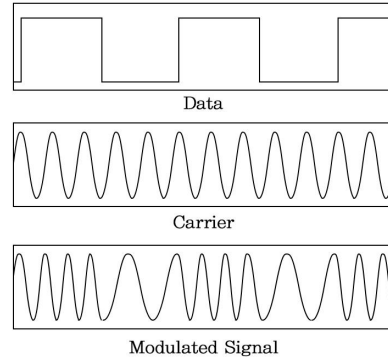
23 다음 중 SSB 통신 방식에서 무변조시 피변조파의 송신 전력은 반송파 전력의 몇 배인가?

- ① 0배 ② 0.25배
- ③ 1배 ④ 1.5배

24 다음 중 DSB와 비교한 SSB 방식의 특징으로 옳은 것은?

- ① 송신기의 소비전력은 SSB 방식이 적다.
- ② 송수신기의 회로는 SSB 방식이 간단하다.
- ③ SSB 방식은 낮은 주파수 안정도를 필요로 한다.
- ④ SSB 방식은 간섭성 페이딩에 의한 영향이 적다.

25 다음 그림은 어떤 변조 파형인가?



- ① ASK ② FSK
- ③ PSK ④ QAM

26 주파수 100[MHz]의 반송파를 3[kHz]의 신호파로 FM 변조할 때 최대 주파수 편이가 18[kHz]이다. 변조지수는 얼마인가?

- ① 3 ② 6
- ③ 9 ④ 42

27 120[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

28 80[MHz]의 반송파를 10[kHz]의 신호 주파수로 FM 변조했을 때 최대 주파수 편이가 ± 60 [kHz]이면 변조지수는 얼마인가?

- ① 4 ② 6
- ③ 8 ④ 12

29 250[MHz]를 FM송신기의 5[MHz] 발진기에서 4,000[Hz] 변조신호로 200[Hz]의 주파수 편이를 걸 때 송신기의 변조지수는?

- ① 0.05 ② 2.5
③ 20 ④ 50

30 광대역 FM송신기로 송신하는 신호의 최대 주파수 편이가 30[kHz]이고, 변조 주파수가 5[kHz]일 때, 이 FM 신호의 대역폭은?

- ① 10[kHz] ② 35[kHz]
③ 70[kHz] ④ 100[kHz]

31 주파수가 50[kHz]인 정현파 신호를 100[MHz]의 반송파로 주파수 변조하여 최대 주파수 편이가 500[kHz]로 되었을 경우, 발생된 FM 신호의 대역폭과 FM 변조지수는 각각 얼마인가?

- ① 1,100[kHz], 10 ② 1,200[kHz], 15
③ 1,500[kHz], 20 ④ 1,800[kHz], 20

32 FM변조에서 주파수 편이 k_f 의 값이 매우 작다면 협대역 FM변조라 한다. 정보신호의 대역폭을 B라 할 때, 협대역 FM 변조한 신호의 대역폭을 근사화한 값은 얼마인가?

- ① B ② 2B
③ 3B ④ 4B

33 상업용 FM 방송에서는 기저대역 신호의 대역을 15[kHz]~30[kHz]로 하고, 최대 주파수 편이를 $\Delta f = 75$ [kHz]로 제한하고 있다. 전송대역폭을 각 채널당 200[kHz]로 할당하는 경우 FM 방송에서의 신호 대역폭은 얼마인가?

- ① 150[kHz] ② 160[kHz]

- ③ 180[kHz] ④ 200[kHz]

34 다음 중 주파수 변조(FM)를 진폭 변조(AM)와 비교 설명한 것으로 틀린 것은?

- ① 에코의 영향이 크다.
② S/N비가 개선된다.
③ 초단파대(VHF)의 통신에 적합하다.
④ 점유 주파수 대역폭이 넓다.

35 다음 중 PM(Phase Modulation) 통신방식에 대한 설명으로 가장 적합한 것은?

- ① 진폭변조로 인하여 반송파의 상측파대와 하측파대를 함께 전송하는 방식
② 주파수의 폭을 줄이기 위하여 변조 후 나타나는 양측파대 중 단지 하나만 취한 것
③ 입력 신호의 진폭에 대하여 반송파의 위상을 변조 신호에 따라 변화시키는 변조 방식
④ 진폭변조에서 한쪽의 측파대에 포함되는 변조 신호의 고역에 대응하는 성분을 크게 감쇠시켰을 때의 나머지 부분

36 다음 중 PM(Phase Modulation) 신호의 복조에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① FM(Frequency Modulation) 신호와 같이 복조한 후 메시지 신호를 복구하기 위해서 적분기를 통과시킨다.
② PM(Phase Modulation) 신호 최종 출력의 잡음 전력스펙트럼은 주파수에 따라 일정한 값을 가진다.

- ③ PM(Phase Modulation) 신호의 신호 대 잡음비는 FM에 비해서 주파수가 높을수록 크다.
- ④ PM(Phase Modulation) 변조기에서 사전강제(Premphasis) 필터, 복조기에 사후복제(Deemphasis) 필터를 설치하여 잡음의 영향을 줄인다.

37 PM변조에서 주파수 편이(k_p)의 값이 매우 작다면 협대역 PM 변조라 한다. 정보신호의 대역폭을 B 라 할 때, PM 변조한 신호의 대역폭을 근사화한 값은 얼마인가?

- ① B ② $2B$
- ③ $3B$ ④ $4B$

38 위상변조를 하고자 하는 경우 주파수 변조회로를 사용한다면 어떤 회로가 더 필요한가?

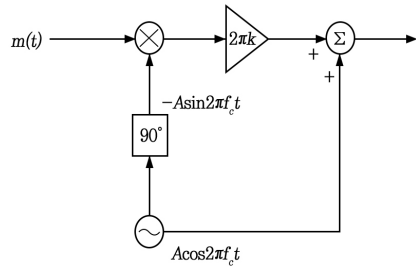
- ① 미분회로 ② 정류회로
- ③ 디엠퍼시스회로 ④ 리미터회로

39 아래 그림과 같이 FM 변조기를 이용하여 PM 변조를 하고자 한다. 괄호에 들어갈 내용으로 적합한 것을 고르시오.



- ① (가) 없음 (나) 적분기
- ② (가) 적분기 (나) 없음
- ③ (가) 없음 (나) 미분기
- ④ (가) 미분기 (나) 없음

40 다음 그림은 어떤 변조방식의 블록도를 나타내는가? (단, 그림에서 $m(t)$ 는 입력정보이고, f_c 는 반송주파수이다.)



- ① 협대역 각변조(Narrow Band PM)
- ② 광대역 진폭변조(IDE Band AM)
- ③ DSB-TC
- ④ VSB

41 다음 중 디지털 변조 방법은?

- ① PAM ② PCM
- ③ PPM ④ PWM

42 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

43 40[kHz]의 대역폭을 갖는 신호전송 시 PCM (Pulse Code Modulation) 시스템에서 요구되는 최소 표본화 주파수는?

- ① 30[kHz] ② 40[kHz]
③ 60[kHz] ④ 80[kHz]

44 24채널의 음성신호를 다중화하는 PCM/TDM이 있다. 각 채널은 6[kHz]로 대역제한되었다고 한다. 10비트 PCM부호어를 사용한 경우, 필요한 대역폭은 얼마인가?

- ① 1.44 [MHz] ② 2.88 [MHz]
③ 3.44 [MHz] ④ 4.88 [MHz]

45 다음 중 PCM 다중통신방식의 특징에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 넓은 주파수대역을 점유한다.
② 왜곡, 잡음, 누화 등의 방해가 적다.
③ 양자화잡음 등 PCM 특유의 잡음이 있다.
④ 전송과정에서 열잡음, 왜곡잡음이 가산된다.

46 64[kbps] 이진 PCM 신호를 ISI(신불간 간섭) 없이 수신할 수 있도록 하는 시스템의 최소대역폭은 얼마인가?

- ① 8[kHz] ② 16[kHz]
③ 32[kHz] ④ 64[kHz]

47 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

48 다음 중 디지털 변복조 기기에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 디지털 데이터를 아날로그 통신 전송망에서 사용하는 기기이다.
② 디지털 데이터에 의해 반송파의 진폭, 주파수, 위상을 변화시킨다.
③ 수신기는 송신측의 반송파와 같은 반송파를 이용하는 동기검파가 있다.
④ 과변조를 실시하면 신호의 찌그러짐이 많이 발생한다.

49 다음 중 디지털 변조 통신 방식에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 진폭 편이 변조(ASK)는 정현파의 진폭에 정보를 실는 방식으로 2진 내지 4진 폭을 이용하며 저속 통신에 이용된다.
② 주파수 편이 변조(FSK)는 정현파의 주파수에 정보를 실는 방식으로 2가지의 주파수를 이용하며 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.

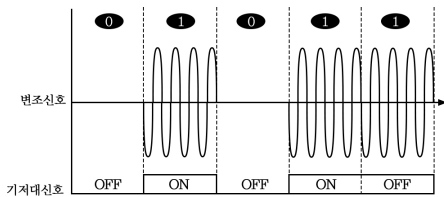
50 다음의 디지털 변조 방법과 설명으로 옳게 연결한 것은?

- ① ASK : 두 개의 비트 값에 각기 다른 주파수 신호를 대응하여 사용한다.
- ② FSK : 비트 값을 나타내기 위해 위상을 변화시킨다.
- ③ PSK : 두 개의 비트 값에 각기 다른 진폭을 대응하여 사용한다.
- ④ 16QAM : 비트를 나타내기 위해 위상과 진폭을 모두 변화시킨다.

51 다음 중 ASK에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 디지털 데이터로 아날로그 반송파의 진폭을 변조하는 방식이다.
- ② 아날로그 데이터로 아날로그 반송파의 진폭을 변조하는 방식이다.
- ③ 디지털 데이터로 디지털 신호를 변환하는 방식이다.
- ④ 아날로그 데이터로 디지털 신호를 변조하는 방식이다.

52 다음의 그림은 어떤 변조 파형인가?



- ① 각 편이 변조 ② 진폭 편이 변조
- ③ 주파수 편이 변조 ④ 위상 편이 변조

53 다음 중 ASK 신호의 복조에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ① ASK신호는 정보비트열로부터 단극성 NRZ 신호를 생성하고 DSB변조하여 만들어지므로 아날로그 DSB신호의 복조와 동일한 방법으로 복조할 수 없다.
- ② 수신신호로부터 기저대역 NRZ 신호를 복구하고, 1과 0의 데이터를 판정한다.
- ③ 기저대역 신호를 복구하는 과정에서는 동기식 검파와 비동기식 검파를 사용할 수 있다.
- ④ 기저대역의 단극성 NRZ 신호로 복구한 뒤에는 정합필터 혹은 상관기를 이용하여 비트를 판정하면 된다.

54 다음 중 초기 모뎀에 적용된 기술로서 저속 디지털 전송에 사용했고 채널의 상태에 민감한 기술은?

- ① ASK ② FSK
- ③ PSK ④ QAM

55 다음 중 정보에 따라 주파수를 변환시키는 디지털 변조방식은?

- ① ASK ② FSK
- ③ PSK ④ QAM

56 다음 중 FSK 통신 방식에 대한 설명은 어느 것인가?

- ① 아날로그 정보신호를 디지털 전송로에 보낼 때 사용하는 기술이다.

- ② 디지털 데이터 0과 1을 서로 다른 위상으로 변환하는 기술이다.
- ③ 디지털 데이터 0과 1을 반송파의 주파수를 변화시켜 보내는 기술이다.
- ④ 디지털 데이터 0과 1을 반송파의 진폭을 변화시켜 보내는 기술이다.
- 57** 반송 신호의 순간 주파수가 PCM코드에 응답하여 두 개의 값들 사이에서 전환되는 디지털 변조 시스템은?
- ① ASK ② PSK
③ FSK ④ MSK
- 58** CPFSK에 대한 설명으로 부적절한 것은?
- ① 위상이 연속적인 FSK 변조방식이다.
- ② 1과 0에 각기 다른 주파수를 할당하여 두 개의 신호를 발생시키고, 스위치를 통해 데이터에 따라 신호를 선택하는 방법이다.
- ③ VCO를 사용하여 신호의 주파수를 변경하는 방식으로 신호를 생성할 수 있다.
- ④ CPFSK 신호는 일반 FSK 신호와 비교하여 부대엽(Side Lobe)이 적어지는 장점이 있다.
- 59** k비트로 구성된 심볼의 $M = 2^k$ 개 심볼상태를 표현하는데 MFSK(Multiple Frequency-Shift Keying)에 대한 설명으로 틀린 것은?
- ① MFSK는 동기식 복조만이 가능하다.
- ② 직교하는 M개의 주파수 정현파를 사용한다.
- ③ k가 커지면 사용되는 주파수 개수가 지수적으로 증가한다.
- ④ M이 커짐에 따라 사용되는 대역폭이 증가한다.
- 60** 다음 중 디지털 데이터 0과 1을 아날로그 통신망을 사용해 전송할 때 반송파의 위상에 실어 보내는 변조 기술은?
- ① ASK(Amplitude Shift Keying)
② FSK(Frequency Shift Keying)
③ PSK(Phase Shift Keying)
④ PCM(Pulse Code Modulation)
- 61** PSK 변조신호는 정보데이터에 따라 반송파의 무엇을 변경하여 얻는가?
- ① 주파수 ② 위상
③ 진폭 ④ 위상과 진폭
- 62** 다음 중 2진 PSK 통신 방식에서 디지털 데이터 0과 1을 위상차 몇 °(도)로 할당하는 것이 가장 이상적이고 안정한가?
- ① 0°와 180° ② 0°와 90°
③ 0°와 45° ④ 0°와 30°
- 63** 다음의 변조방식 중 복조시에 반송파의 위상 정보를 정확히 알아야만 하는 변조방식은?
- ① BPSK ② FSK
③ DPSK ④ OOK 혹은 ASK

64 다음 중 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 변조방식에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 정보 데이터의 심볼값에 따라 반송파의 위상이 변경되는 변조방법이다.
- ② 동기검파 방식만 사용이 가능해 구성이 비교적 복잡하다.
- ③ 점유대역폭은 ASK(Amplitude Shift Keying)와 같으나 심볼 오류 확률은 낮다.
- ④ M진 PSK 방식의 대역폭 효율은 변조 방식의 영향을 받는다.

65 다음 중 DPSK 송수신기의 구성 요소에 해당되지 않는 것은?

- ① 지연회로 ② 논리회로
- ③ 위상비교기 ④ 동기검파기

66 OQPSK 방식은 QPSK 방식에서의 180° 위상 변화를 제거하기 위해 I-CH이나 Q-CH 어느 하나를 delay 시키는데 이 값은 얼마인가? (단, 심볼의 폭은 TS 이다.)

- ① TS ② 2TS
- ③ TS/2 ④ 3TS

67 다음 중 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 대신 OQPSK(Offset QPSK) 방식을 사용하는 이유로 가장 적합한 것은?

- ① 전송률을 높이기 위해서이다.
- ② 같은 전송률로 BER(Bit Error Rate)을 낮추기 위해서이다.

- ③ 180[°] 위상변화를 제거하기 위해서이다.
- ④ 수신기 복잡도를 줄이기 위해서이다.

68 무선 전송 구간에서는 유선 전송 구간 보다 더 많은 잡음에 노출되어 있어 악영향을 많이 받는다. 다음 전송 기술 중에서 이런 무선 환경에서 잡음 영향이 적어 고속 디지털 전송기술로 가장 적합한 기술은?

- ① AM ② FM
- ③ ASK ④ PSK

69 다음 중 반송파의 진폭과 위상을 변화시켜 정보를 전송하는 디지털 변조방식은?

- ① PSK ② QAM
- ③ FSK ④ ASK

70 다음 중 QAM 시스템의 신호에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 위상과 진폭의 조합으로 구성된다.
- ② 위상과 주파수의 조합으로 구성된다.
- ③ 주파수와 진폭의 조합으로 구성된다.
- ④ 주파수와 반송파의 조합으로 구성된다.

71 QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 복조기에서 In-Phase 기준신호가 I 성분을 뽑아내는데 사용되는 것은?

- ① 동조회로 ② 위상검출기
- ③ 저역통과필터 ④ 전압제어 발진기

72 다음 중 QAM 송수신기의 구성요소에 해당하지 않는 것은?

- ① 저역통과필터 ② 직병렬변환기
③ 반송파발생기 ④ 옴퍼시스회로

73 다음 중 이진변조에서 M-진 변조로 확장할 때 주파수 효율이 가장 낮은 변조방식은?

- ① M-진 ASK(Amplitude Shift Keying)
② M-진 FSK(Frequency Shift Keying)
③ M-진 PSK(Phase Shift Keying)
④ M-진 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)

74 다음 중 디지털 변조 통신 방식 중 같은 진수인 경우 비트 에러율이 가장 적은 것은?

- ① QAM ② PSK
③ FSK ④ ASK

75 다음 중 64진 QAM의 대역폭 효율은?

- ① 4[bps/Hz] ② 6[bps/Hz]
③ 8[bps/Hz] ④ 16[bps/Hz]

76 다음 중 주파수 효율이 가장 높은 변조방식은 무엇인가?

- ① BPSK ② OOK
③ FSK ④ QPSK

77 2진 ASK(Amplitude Shift Keying) 신호의 전송속도가 1,200[bps]이면 보[baud] 속도는 얼마인가?

- ① 300[baud/초] ② 400[baud/초]

- ③ 600[baud/초] ④ 1,200[baud/초]

78 FSK 신호의 전송속도가 1,200[bps]이면 보(baud)속도는 얼마인가?

- ① 300 [baud] ② 400 [baud]
③ 600 [baud] ④ 1,200 [baud]

79 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 신호의 보(Baud)가 400[bps]이면 데이터 전송속도는 얼마인가?

- ① 100 [bps] ② 400 [bps]
③ 800 [bps] ④ 1,600 [bps]

80 통신 속도가 1,200[baud]일 때 4상식 위상변조를 하면 데이터 신호 속도는 몇 [bps]인가?

- ① 600 [bps] ② 1,200 [bps]
③ 2,400 [bps] ④ 4,800 [bps]

81 64QAM의 심볼속도가 19,200[심볼/초]이다. 데이터 전송속도는 얼마인가?

- ① 115.2[kbps] ② 153.6[kbps]
③ 307.2[kbps] ④ 1.2[Mbps]

82 100[kbps] 데이터율로 디지털 데이터를 전송할 경우 16-ary QAM의 심볼전송률[sps]은?

- ① 25[ksp] ② 50[ksp]
③ 80[ksp] ④ 160[ksp]

83 심볼간격이 T 인 펄스신호를 Nyquist 기저 대역(Base band) 채널을 통해 전송하고자 한다. 이때 요구되는 기저대역 채널대역폭은?

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

84 통신속도가 200[baud]이고 보오 당 신호레벨이 4일 때, 1분 간 데이터 전송속도는?

- ① 12,000 [bps] ② 24,000 [bps]
 ③ 48,000 [bps] ④ 72,000 [bps]

85 전송선로의 대역폭이 40[kHz], S/N 비가 15일 때 전송할 수 있는 채널용량은?

- ① 46.8×10^3 ② 4×10^4
 ③ 16×10^3 ④ 16×10^4

86 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]

87 수신기에서 이득이 20[dB]이고 잡음지수가 1.8[dB]인 증폭기 후단에 이득이 10[dB]이고 잡음지수 2.4[dB]인 증폭기가 있을 경우 이 수신기의 종합잡음지수는 얼마인가?

- ① 1.30[dB] ② 1.34[dB]
 ③ 1.87[dB] ④ 2.35[dB]

88 다음 중 수신 한계 레벨이 가장 낮은 조건은?

- ① 대역폭이 넓고 수신기 잡음지수(NF)가 큰 것
 ② 대역폭이 좁고 수신기 잡음지수(NF)가 작은 것
 ③ 대역폭이 넓고 수신기 잡음지수(NF)가 작은 것
 ④ 대역폭이 좁고 수신기 잡음지수(NF)가 큰 것

89 다음 중 아날로그 송신설비와 비교하여 디지털 송신설비를 설명한 것으로 틀린 것은?

- ① 적은 전력으로 광범위한 서비스지역을 확보할 수 있다.
 ② 데이터를 이용한 다양한 서비스가 가능하다.
 ③ 좁은 면적에 시설할 수 있다.
 ④ 단순한 편이나 운용비용이 매우 비싸다.