

9급 (공무원/군무원), 공기업(전공) 시험대비

통신공학

적중과정

적중N제 : 적중이론 및 적중문제

편저 김한기

합격 5단계 : 마무리과정
적중N제

합격 4단계 : 실전과정
실전동형모의고사

합격 3단계 : 기출과정
과년도기출문제

합격 2단계 : 핵심과정
개념정리 및 핵심문제

합격 1단계 : 기본과정
개념확인 및 출제경향확인문제



정통하였느냐



@JeongTongEDU



@정통에듀



목 차

제1편 통신공학(I)

1장 무선통신개론

01. 적중개념 및 확인문제	11
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. 전송부호	
9. 디지털 연속변조	
10. 전송 속도	
11. 무선 통신의 잡음(Noise)	

02. 적중개념 및 확인문제	40
-----------------------	----

2장 AM 송신기

01. 적중개념 및 확인문제	55
1. AM 송신기	
2. LC발진기 종류	
3. 수정발진기	
4. RC 발진기	
5. 완충 증폭기(Buffer Amplifier), 주파수 체배기(Frequency Multiplier)	

02. 적중개념 및 확인문제	62
-----------------------	----

3장 AM 수신기

01. 적중개념 및 확인문제	65
1. AM 수신기	
2. 슈퍼헤테로다인 수신기	
3. 고주파 증폭기(RF Amp : Radio Frequency Amplifier)	
4. 검파기(DET : Detector)	

02. 적중개념 및 확인문제	71
-----------------------	----

4장 SSB 송·수신기

- 01. 적중개념 및 확인문제 75
 - 1. SSB 송신기(Single Sideband Transmitter)
- 02. 적중개념 및 확인문제 76

5장 FM 송신기

- 01. 적중개념 및 확인문제 79
 - 1. FM 송신기 구조
- 02. 적중개념 및 확인문제 82

6장 FM 수신기

- 01. 적중개념 및 확인문제 85
 - 1. FM 수신기 구조
 - 2. 주파수 변별기(Frequency Discriminator)
 - 3. 스켈치(Squelch)회로, PLL(Phase Locked Loop)
- 02. 적중개념 및 확인문제 89

7장 Microwave 통신방식 다중통신

- 01. 적중개념 및 확인문제 93
 - 1. Microwave 통신방식의 특징
 - 2. 다중화
 - 3. PCM/TDM
 - 4. 마이크로파 중계 방식
- 02. 적중개념 및 확인문제 98

8장 위성통신

- 01. 적중개념 및 확인문제 101
 - 1. 위성통신
 - 2. 위성 통신의 종류
 - 3. GPS(Global Positioning System)
- 02. 적중개념 및 확인문제 109

1장 무선통신시스템의 기초

01. 적중개념 및 확인문제	117
1. 채널 부호화(channel coding)_ARQ	
2. 채널 부호화(channel coding)_FEC	
3. 전파(電波)의 전파(傳播)이론	
4. 전파의 감쇠	
5. 전파 통로에 의한 분류	
6. 초단파대(VHF) 이상의 전파특성	
02. 적중개념 및 확인문제	131

2장 대역확산(SS)변조통신방식

01. 적중개념 및 확인문제	135
1. 대역 확산(Spread Spectrum) 변조 통신방식	
2. 대역 확산(Spread Spectrum) 변조 통신방식의 종류	
3. PN코드, 처리이득	
02. 적중개념 및 확인문제	141

3장 다중화와 다원접속

01. 적중개념 및 확인문제	145
1. 다중화와 다중접속	
2. 다중접속(다원접속, 다자간의 접속)	
02. 적중개념 및 확인문제	153

4장 OFDM(직교 주파수 분할 다중화) 변조기술

01. 적중개념 및 확인문제	157
1. OFDM	
02. 적중개념 및 확인문제	162

5장 무선통신응용기술 시스템

01. 적중개념 및 확인문제	165
1. ISM band(비 면허대역)	
2. 무선 LAN	
3. 무선 LAN의 표준기술	
4. MAC 계층 기술	
5. 무선 LAN의 전송방식	
6. 무선 단거리 통신시스템(WPAN)	
7. WPAN 기술	
02. 적중개념 및 확인문제	177

6장 무선통신 프로토콜(PROTOCOL)

01. 적중개념 및 확인문제	183
1. OSI 7계층 PROTOCOL	
2. 프로토콜의 기능	
3. OSI 7계층 참조모델	
4. OSI 7계층의 기능과 특징	
5. 인터넷워킹(Internetworking)	
6. 라우팅 프로토콜	
7. IP(Internet Protocol)	
8. 서브네팅	
9. IPv6	
10. TCP와 UDP	
02. 적중개념 및 확인문제	201

7장 이동통신(WCDMA SYSTEM)

01. 적중개념 및 확인문제	205
1. 셀룰러 이동통신 시스템 개념과 세대 분류	
2. 이동통신 시스템의 발전	
3. 이동 통신 시스템의 순 방향과 역 방향 채널	
4. 무선 이동통신의 신기술	
5. Digital 방송 주요 기술	
6. 항법장치	
02. 적중개념 및 확인문제	218

8장 무선통신시스템 계획과 관리

01. 적중개념 및 확인문제	221
02. 적중개념 및 확인문제	229

9장 통신이론

01. 적중개념 및 확인문제	233
1. 신호의 분류	
2. 기본 신호 파형	
3. 푸리에 급수 (Fourier Series)	
4. 푸리에 변환 (Fourier Transform)	
5. 컨볼루션(convolution)	
02. 적중개념 및 확인문제	257

통신공학(제1편)
적중과정
【적중이론 및 문제】

The background features a vertical pink band on the left with a pattern of small circles and diamonds. The right side is white with various pink abstract shapes, including elongated ovals and concentric circles. A target icon with an arrow is positioned near the top center.

제 1 장

무선통신 개론



1장

적중개념 및 확인문제

[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

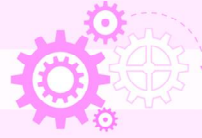


적중개념확인문제

다음 중 변조를 하는 이유에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

- ① 송수신기의 제작비를 줄일 수 있다.
- ② 원하는 주파수 대역으로 송수신 할 수 있다.
- ③ 신호 대 잡음비를 개선 할 수 있다.
- ④ 송수신 안테나의 크기를 줄일 수 있다.

2022년 기출문제
【정답】 ①



[개념확인] 02. 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

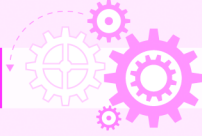
③ PSK(위상편이 변조)

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	DSB(양측파대 변조) SSB(단측파대 변조) VSB(잔류측파대 변조)	ASK(진폭 편이변조)
각도 변조	FM(주파수 변조)	FSK(주파수 편이변조)
	PM(위상 변조)	PSK(위상 편이 변조) DPSK(차동 위상 편이변조) MSK(Minimum Shift Keying)
복합 변조	AM, PM(진폭 위상 변조)	APSK(진폭 위상 편이변조) QAM(직교 진폭 변조)



적중개념확인문제

다음 중 진폭변화를 이용하는 변조형태가 아닌 것은?

- ① DSB-SC ② SSB
③ VSB ④ PPM

2019(2차)년 기출문제
【정답】 ④

[개념확인] 03. 진폭변조(Amplitude Modulation : AM)

신호파의 크기에 따라 반송파 진폭을 변화시키는 방식

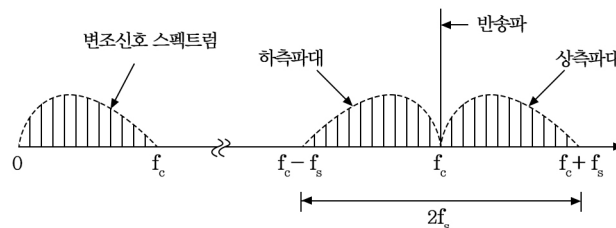
$$e_c = V_c \cos \omega_c t \dots\dots\dots \text{[반송파]}$$

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

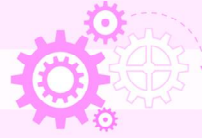
$$\begin{aligned} e_{AM} &= (V_c + V_s \cos \omega_s t) \cos \omega_c t \\ &= V_c \left(1 + \frac{V_s}{V_c} \cos \omega_s t\right) \cos \omega_c t \\ &= V_c (1 + m \cos \omega_s t) \cos \omega_c t \dots\dots\dots \text{[피변조파]} \end{aligned}$$

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

제1항(반송파) 제2항(상측파대) 제3항(하측파대)



[진폭변조의 스펙트럼]

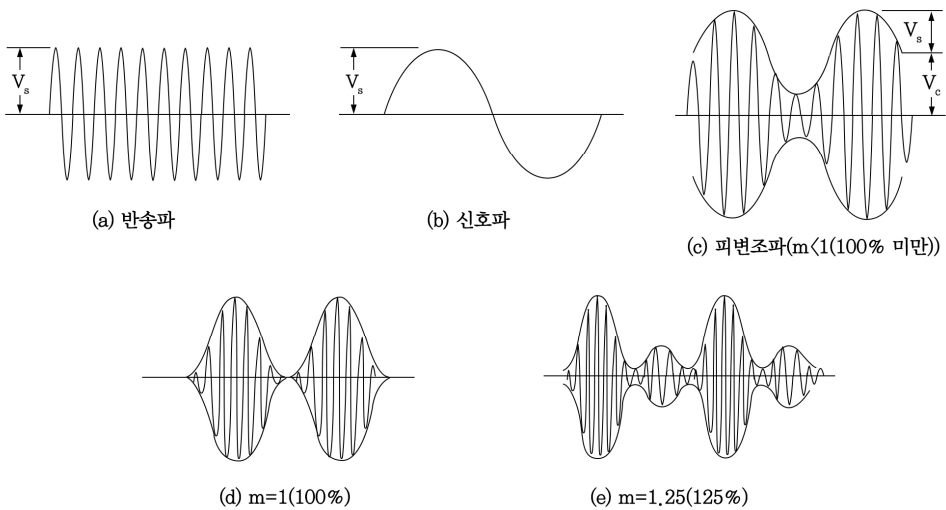


(1) AM 파의 전력

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

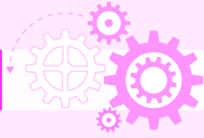
$$\therefore P_c : P_u : P_l = 1 : \frac{m^2}{4} : \frac{m^2}{4}$$

(2) 변조도(m)

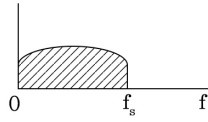


[AM 변조도 파형]

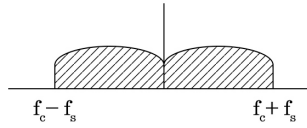
- 변조도(m) = $\frac{\text{신호파 전압}(V_s)}{\text{반송파 전압}(V_c)}$, 변조율(m) = $\frac{V_s}{V_c} \times 100\%$
- $m > 1$ (과변조): $V_c < V_s$ 인 경우
 - ① 변조도를 깊게 했다고 표현하며 원신호 회복이 어려우며 수신음이 찌그러지는 현상이 발생한다.
 - ② 피변조파에 많은 고조파가 포함된다.
 - ③ 점유 주파수 대역폭이 넓어지게 된다.
 - ④ 다른 통신에 혼신을 준다.
 - ⑤ 과변조된 파를 수신하면 명료도가 저하된다.
- $m < 1$ (부족변조): $V_c > V_s$ 인 경우 $\Rightarrow$ 전력낭비가 발생한다.
- $m = 1$ (최적변조): $V_c = V_s$ 인 경우 $\Rightarrow$ 전력낭비가 없고 가장 이상적이다.



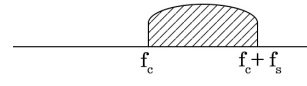
(3) AM통신 방식



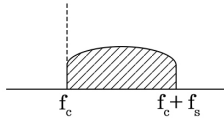
(a) 신호파



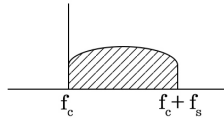
(b) A₃E DSB파 (양측파대)



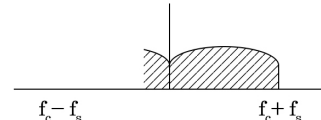
(c) J₃E SSB파 (억압 반송파)



(d) R₃E SSB파(저감반송파)



(e) H₃E SSB파 (전 반송파)



(f) VSB파 (잔류 측파대)



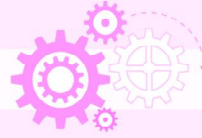
적중개념확인문제

AM진폭변조 송신기에서 변조지수가 100[%]일 때 출력이 300[W]라면, 70[%] 변조일 경우의 출력 전력으로 옳은 것은 무엇인가?

- ① 354[W] ② 249[W]
- ③ 216[W] ④ 531[W]

2019(1차)년 기출문제

【정답】 ②



[개념확인] 04. 각도 변조(Angle Modulation)

1. 주파수 변조(FM : Frequency Modulation)

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

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

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

(1) 변조지수

$$m_f = \frac{\Delta f}{f_s} \quad \left\{ \begin{array}{l} f_s : \text{신호파} \\ m_f : \text{변조지수} \\ \Delta f : \text{최대주파수 편이} \end{array} \right.$$

(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.

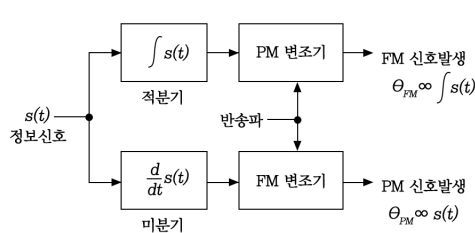
2. 위상 변조(PM : Phase Modulation)

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

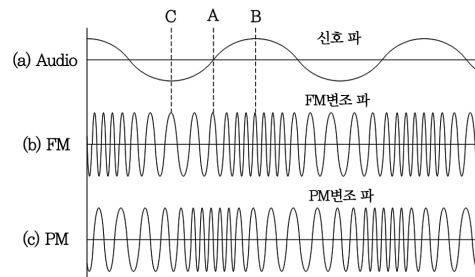
$$V_c = V_c \sin \omega t \quad (\omega = 2\pi f, f : \text{반송 주파수}) \dots\dots\dots [\text{반송파}]$$

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

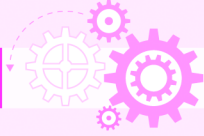
위의 식에서 $\Delta \theta$ 는 최대 위상 편이가 되고, m_p 는 위상변조지수가 된다.



[FM 신호와 PM 신호의 관계]



[주파수 변조방식과 위상변조 방식의 파형]



적중개념확인문제

1. FM 통신 방식의 특징에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 레벨 변동의 영향이 적어서 신호 대 잡음비가 개선되는 방식이다.
- ② 점유주파수 대역폭이 크고 회로 구성이 복잡하다.
- ③ 페이딩 현상과 외부혼신 방해에 강하므로 미약한 약전계 통신에서도 AM방식보다 양호한 통신효과를 갖게 된다.
- ④ 주파수 특성이 넓고 평탄하여, 주로 VHF대역 이상에서만 사용한다.

2017년 기출문제

2. 다음 FM 신호 시스템에서 필요한 대역폭을 칼슨의 법칙을 따라 구하시오.

$$S_{FM}(t) = 100\cos[2\pi(91.9 \times 10^6)t + 16\sin 2\pi(4 \times 10^3)t]$$

- ① 91.9[kHz] ② 64[kHz]
- ③ 136[kHz] ④ 4[kHz]

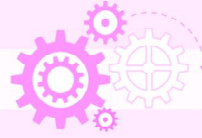
2017년 기출문제

3. 다음 중 FM(Frequency Modulation)의 순시위상을 나타낸 것으로 가장 적절한 것은?

- ① 변조신호의 적분값에 비례한다.
- ② 변조신호의 제곱에 비례한다.
- ③ 변조신호의 크기에 비례한다.
- ④ 변조신호의 미분값에 비례한다.

2022년 기출문제

【정답】 1 ③ 2 ③ 3 ①



[개념확인] 05. 펄스 변조(Pulse Modulation)

1. 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)

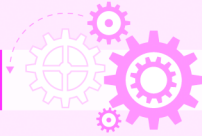
Analog 신호를 표본화를 하여 PAM파로 만든 다음 양자화, 부호화를 거쳐 digital 신호로 만들어 전송하는 변조방식

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



아날로그			입력신호	
펄스 변조 방식의 종류			변조하는 파라미터	
	기 호	명 칭		
아 날 로 그 변 조	PAM	펄스 진폭 변조 Pulse Amplitude Modulation	진폭	
	PWM (PDM)	펄스 폭 변조 Pulse Width Modulation Pulse Duration Modulation	펄스의 폭	
	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.	
디 지 털 변 조	PNM	펄스 수 변조 Pulse Number Modulation	펄스 수	
	PCM	펄스 부호 변조 Pulse Code Modulation	부호화	

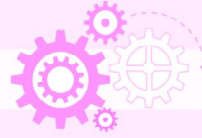


적중개념확인문제

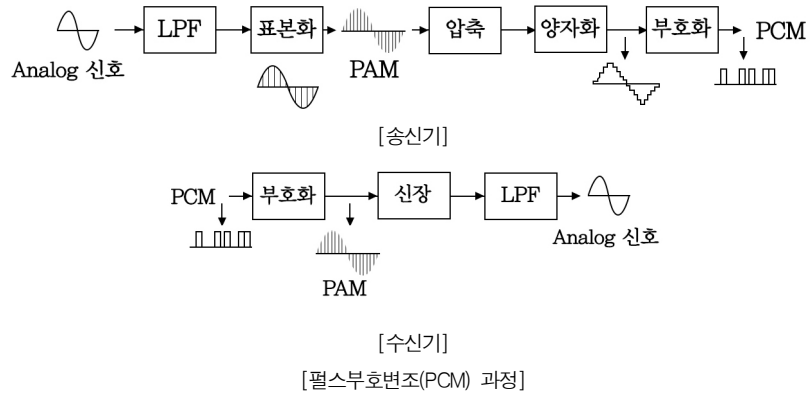
다음 중 디지털 변조 방법은?

- ① PAM ② PCM
③ PPM ④ PWM

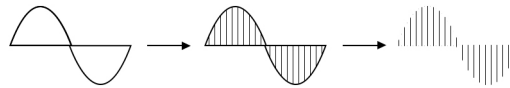
【정답】 ②



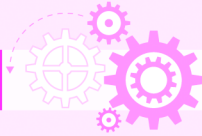
[개념확인] 06. 펄스 부호 변조(PCM : Pulse Code Modulation)



1. 표본화 정리

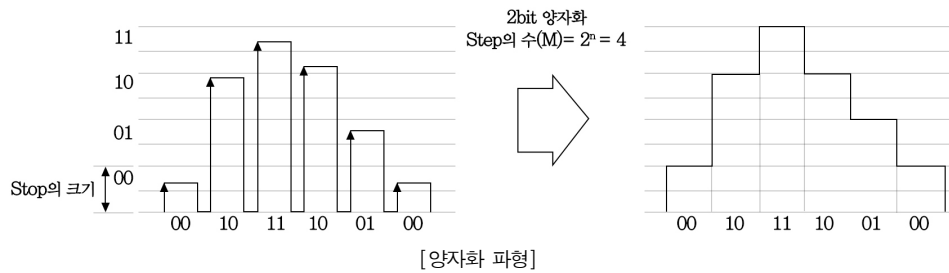


특정 신호가 가지고 있는 최고 주파수(f_m)으로 대역 제한된 신호 $f(t)$ 가 있을 때 이 $f(t)$ 신호를 T_s ($T_s \leq \frac{1}{2f_m}$)초 간격으로 발채하여 전송하여도 원래의 신호 $f(t)$ 가 가지고 있는 정보 전달에는 이상이 없으며 주어진 원래의 신호를 정확히 복원할 수 있다는 이론이다.



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

(1) 양자화 방법

① 선형 양자화(Linear Quantization)

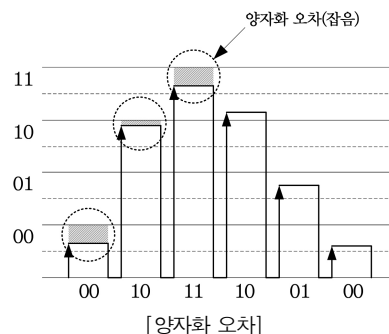
입력되는 신호의 크기에 관계없이 양자화 스텝의 크기를 항상 일정하게 양자화 하는 방식으로 입력신호의 크기가 일정한 경우에 사용하는 방식이다.

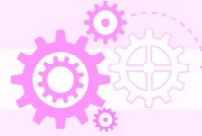
② 비선형 양자화(Non-Linear Quantization)

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.



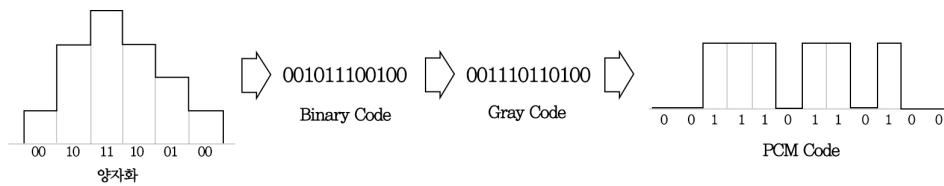


(3) 양자화 시 생기는 오차를 줄이는 방법(잡음 개선책)

- 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]

■ 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

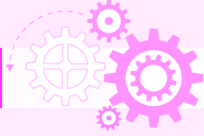
양자화된 레벨 값을 0과 1의 펄스열로 변환하는 과정

㉤ 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. 디지털 중계기(Repeater)의 재생기능

디지털 중계기에는 아날로그 중계기에 없는 재생 기능이 있다. 이러한 재생기능으로는 3가지가 있으며 모두 영문자 R로 시작하므로 다른 말로는 3R 기능이라고도 한다.

(1) 파형 재생(Reshaping)

- ① 전송도중 감쇠, 잡음에 의한 왜곡된 파형을 EQ-Amp(등화 증폭기)를 통과시켜 파형 재생(S/N 개선)
- ② 등화기(Equalizer)
전송로 상의 진폭왜곡이나 위상왜곡에 의해서 발생하는 부호간의 간섭(ISI) 제거함.

(2) 식별 재생(Regeneration)

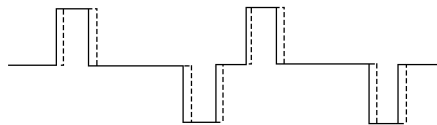
수신파형을 가지고 클럭을 추출해내어 다시 timing파 생성시켜 위상을 재생시킴.

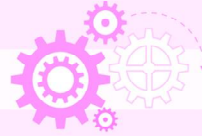
(3) 타이밍 재생(Retiming)

재생된 timing파를 가지고 수신파형을 순간적으로 표본화함으로써 1과 0을 식별한 후 재생시킴.

■ 지터(jitter)현상

펄스열이 왜곡되어 타이밍 펄스가 흔들려 발생되거나 타이밍 회로의 동조가 부정확하여 발생되며, “타이밍편차 또는 지터잡음”이라고 한다. 지터가 발생되면 잡음이 혼입되며, 재생 중계기를 사용해도 계속 누적된다.





5. PCM의 특징

(1) PCM방식의 장점

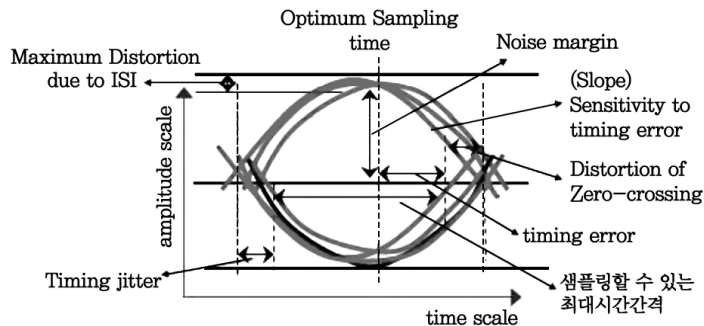
- ① PCM방식은 디지털 신호를 전송하는 방식으로 각종 잡음에 강하며 S/N가 우수하다.
- ② 누화나 혼선에 강하다.
- ③ 전송로 상에 존재하는 각종 잡음에 강하므로 저질의 전송로에서도 신호 전송이 가능하다.
- ④ 디지털 중계기의 재생기능으로 인하여 전송구간에 각종 잡음이 누적되지 않는다.

(2) PCM방식의 단점

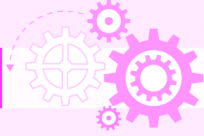
- ① 채널 당 점유 주파수 대역폭이 넓다.
- ② PCM고유의 잡음인 표본화, 양자화 잡음 등이 발생한다.

■ 눈-패턴(eye pattern)

PCM시스템에서 발생하는 심볼간 간섭(ISI : Inter Symbol Interference)을 측정하기 위해 사용되는 것으로 오실로스코프로 관측



- 눈을 뜬 좌우의 폭 : ISI 간섭 없이 신호를 표본화 함.
- 눈을 뜬 상하의 폭 : 잡음의 여유도
- 눈이 감기는 율 : 시스템 감도
- 눈이 완전 감김 : ISI가 아주 심함



6. PCM관련 변조 방식

① DPCM(Differential PCM) : 차동 펄스 부호 변조 방식

이전의 표본 값을 기준으로 입력된 신호를 예측하고, 예측된 표본 값과 실제 표본 값의 오차를 4~5bit로 양자화를 수행하여 부호화 하는 방식이다.

② DM(Delta Modulation) : 델타 변조 방식

이전의 표본 값을 기준으로 입력된 신호를 예측하고, 예측된 표본 값과 실제 표본 값의 오차를 1bit로 양자화 하여 전송하는 방식으로 두 표본 값의 차가 양수이면 1로 음수이면 0으로 부호화 한다.

③ ADPCM(Adaptive Differential Pulse Code Modulation : 적응형 차분 부호 변조)

ADPCM 방식은 기존의 DPCM방식에 양자화 스텝 크기를 적응적으로 변화시키는 적응 양자화 방법을 사용하는 방식이며, 적응 양자화와 예측 부호화 개념을 동시에 사용하는 방식이다.

④ ADM(Adaptive Delta Modulation : 적응형 델타 변조방식)

ADM 변조 방식은 기존의 DM(델타 변조)방식에 적응기를 이용한 방식으로 양자화의 스텝 크기를 입력신호에 따라 변화시키는 변조방식이다.

S/N 비교	전송 대역폭 비교
PCM > DPCM > DM	PCM > DPCM > DM



적중개념확인문제

1. [보기]는 포매팅을 위한 신호의 PCM과정이다. PCM의 순서로 옳은 것을 고르시오.

[보기]

A. 부호화	B. 표본화	C. 양자화
--------	--------	--------

- ① C - B - A ② A - C - B
③ C - A - B ④ B - C - A

2020년 기출문제

2. 신호의 주파수가 2~5[kHz] 성분으로 구성된 신호를 PCM전송 시 최소 샘플링 주파수로 옳은 것은?

- ① 10[kHz] ② 8[kHz]
③ 6[kHz] ④ 5[kHz]

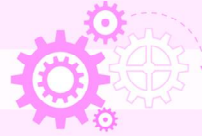
2020년 기출문제

3. 4[Khz] 대역폭을 갖는 음성신호의 표본화 주기로 옳은 것은?

- ① 1/2000[sec] ② 1/4000[sec]
③ 1/8000[sec] ④ 1/16000[sec]

2021년 기출문제

[정답] 1 ④ 2 ① 3 ③

**[개념확인] 07. 기저대역 전송**

1. 디지털 변복조 방식

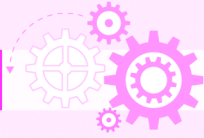
(1) 디지털 통신방식

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.



[개념확인] 08. 전송 부호

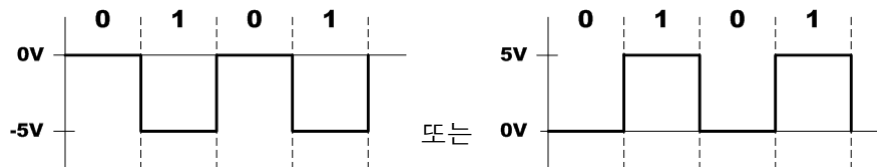
기저대역 전송방식에서 디지털 신호를 그대로 전송로를 통해 전송할 경우 각종 여러 가지 잡음에 의해 전송되는 신호의 파형이 본래의 파형에서 벗어난 왜곡 파형이 발생할 수 있는데, 이러한 왜곡 파형이 발생하는 것을 방지하기 위해 전송로 상에 적합한 특정 신호로 부호화하는 것을 전송부호라 한다.

■ 전송 부호가 갖추어야 할 조건

- ① 전송 부호는 DC(직류)성분이 포함되지 않아야 한다.
- ② 전송 부호에 동기 정보가 충분히 포함되어 있어야 한다.
- ③ 전송되는 주파수 대역폭이 작아야 한다.
- ④ 전송과정에서 발생할 수 있는 각종 에러 검출과 정정이 용이하여야 한다.
- ⑤ 전송 부호의 제작이 간단해야 하고, 부호 열이 짧아야 한다.
- ⑥ 전송부호 형태에 제한을 받지 않고, 투명성을 가져야 한다.

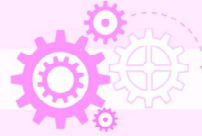
(1) 단류방식

한 가지 극성만으로 디지털 신호를 표현하는 방식으로 디지털 신호에서 0은 전압 0[V]로 표현하고, 1은 (+)전압 또는 (-)전압으로 표현하여 신호를 전송하는 방식이다. 한 가지의 극성만으로 표현하여 단극 펄스 방식이라고도 부른다.



단류 방식은 디지털 신호에서 가장 단순히 표현하는 방식으로 펄스를 만들기 쉽게 시스템 구조가 간단하다는 장점은 가지나, 원거리 전송에 따른 각종 잡음의 영향에 민감하여 신호 Level의 변동에 약하고 신호의 감쇠에 대해 0과 1의 판정이 어렵다는 단점을 가진다.

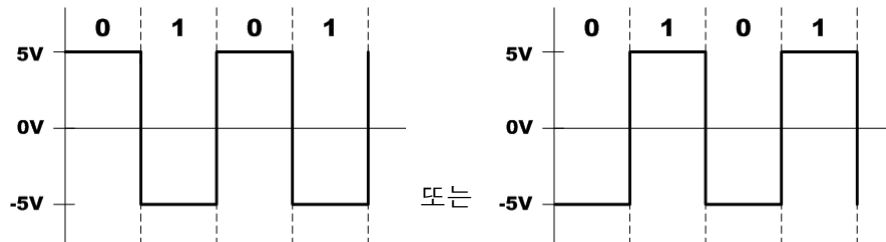
그래서 단류 방식의 단점을 극복하기 위해서 나온 것이 0과 1을 각각 서로 다른 극성으로 대응시키는 복류 방식이다.



(2) 복류 방식

단류 방식의 단점을 보완한 방식으로 디지털 신호의 0과 1에 대해 두 가지 극성(+극성, -극성)으로 대응시켜 신호를 전송하는 방식이다.

이 방식은 0은 -전압으로 1은 +전압으로 표현하거나 또는 0은 +전압, 1은 -전압으로 표현하므로 복극 펄스 방식이라고도 부른다.



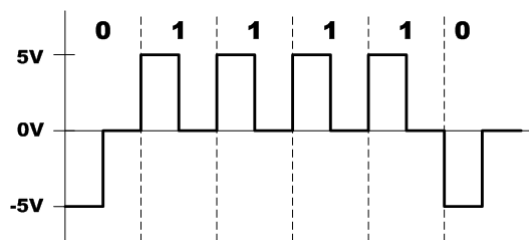
이 방식은 극성이 두 가지로 표현되므로 단류 방식에 비해 시스템 구조가 다소 복잡하나, 잡음에 대하여 면역성이 강하며 신호 감쇠에 대한 0과 1의 펄스 구분이 용이하고 신호 Level 변동에도 강하다는 장점을 가진다.

그래서 일반적으로 디지털 통신에서는 단류 방식보다는 복류 방식을 주로 이용한다.

(3) RZ(Return to Zero)방식

RZ방식은 위에서 보던 복류 방식의 동기화 문제를 해결한 방식으로 각 디지털 bit 펄스 사이에 일정기간동안 반드시 0전위를 유지시킨 뒤 다음 신호를 보내는 방식이다.

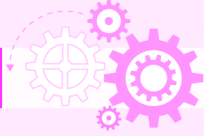
즉 하나의 bit를 표현할 경우 한 bit전체 펄스 주기의 50%는 +전압 또는 -전압으로 표현하고, 나머지 50%의 주기 동안은 0전위로 되돌아가는 방식이다.



위의 그림을 보면 각 bit펄스마다 일정기간 0으로 다시 되돌아간다는 것을 볼 수 있다. 그래서 다시 0으로 돌아간다 하여 Return to Zero(RZ)라 불리 우는 것이다.

반면에 단순히 위에서 보았던 복류방식은 0으로 되돌아오지 않으므로 Non Return to Zero(NRZ)라 불리 운다.

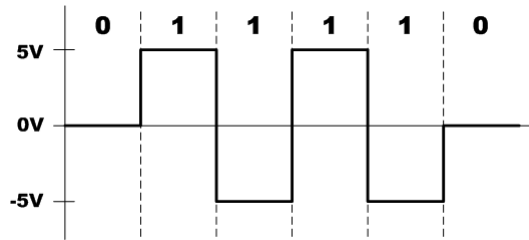
이렇게 RZ방식은 한 가지 극성만으로 bit를 구분하는 NRZ방식에 비해 직류성분이 제거 되고, 동기 유지가 용이하다는 장점을 가지지만 반면에 전송 대역폭이 더 많이 필요하다는 단점을 가진다.



(4) 바이폴라(Bipolar)방식

바이폴라 방식은 RZ방식을 변형시킨 형태로 RZ방식이 대역폭이 많이 필요하다는 단점을 보완하기 위해서 나온 방식으로 0(space)일 때에는 상태변화 없이 0V로 표현하지만, 1(Mark)일 때는 +전압과 -전압이 교대로 나타나는 방식이다.

즉 0일 때는 0V로 상태변화 없이 유지하지만, 1일 때는 한번은 +전압으로, 한번은 -전압으로 교대로 전압을 반전시켜 표현하는 형태이다.

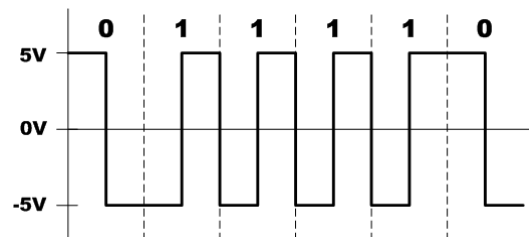


이 방식은 위 그림에서 보듯이 1(Mark)일 때만 전압이 교대로 반전하므로 다른 말로는 AMI(Alternative Mark Inversion)라고도 불리 우며, 1부호에 대해 한 bit 에러 검출이 가능하고 동기 유지가 용이하며, RZ방식에 비해 필요 대역폭이 작다는 장점을 가지지만, 0부호에 대해서는 직류 억압기능이 없어서 0이 연속될 경우에는 동기유지가 어렵다는 단점을 가진다.

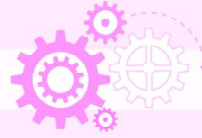
이 바이폴라 방식은 디지털 교환망이나 고속 디지털 전송방식, ISDN등에 실제로 사용되어지고 있는데, 위와 동일한 방식이 그대로 사용되는 것은 아니고, 0부호 직류 억압 기능을 추가한 HDB3이나 B8ZS등 기존 바이폴라를 조금 변형시킨 방식이 이용되어 지고 있다.

(5) 맨체스터(Manchester)

맨체스터 방식은 바이폴라 방식이 0부호 직류 억압기능이 없어서 이를 보완하기 위해서 나온 방식으로 0은 +전압에서 -전압으로, 1은 -전압에서 +전압으로 극성을 변화시켜서 전송하는 방식이다.

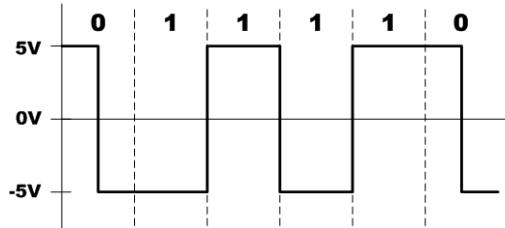


이 방식역시 RZ방식과 마찬가지로 각 bit펄스에 대해 직류성분을 제거시켰고, 동기유지도 용이하나 전송대역폭이 많이 필요하다는 단점을 가지고 있다.



(6) CMI(Coded Mark Inversion)방식

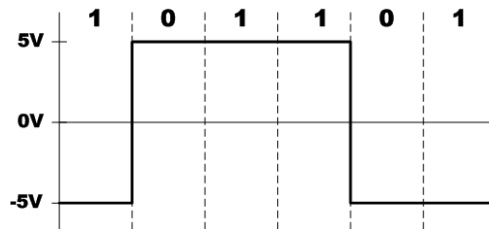
CMI방식은 각 bit펄스에 대해 직류성분도 제거 시키고, 동기유지도 용이하면서 전송 대역폭도 줄이기 위해 바이폴라 방식과 맨체스터 방식을 합쳐 놓은 형태로, 0부호는 맨체스터 방식으로 1은 바이폴라 방식으로 적용시켜 전송하는 방식이다.



이 방식 또한 광섬유 매체를 이용한 고속 디지털 전송에 이용되는 방식이다.

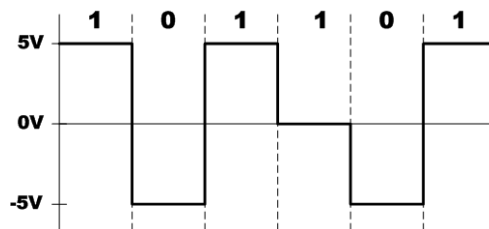
(7) 차동부호(Differential)방식

차동부호 방식은 +전압, -전압 등 극성에 상관없이 상태 변화만을 가지고 판단하는 방식으로 극성의 변화가 있을 때는 0으로 변화가 없을 경우에는 1로 규정하여 전송하는 방식이다.



(8) 다이코드(Dicode)부호 방식

다이코드 방식은 bit 펄스의 변화만을 가지고 특정 극성으로 표현하는 방식으로 0에서 1로 부호가 변할 때는 +전압으로, 반대로 1에서 0으로 부호가 변할 때는 -전압으로 나타내고, 0에서 0부호로 또는 1에서 1부호로 변화가 없을 때는 0으로 하는 방식이다.



적중개념확인문제

- 2022년 기출문제

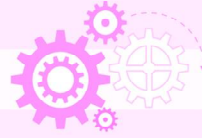
-

- 2022년 기출문제

- 2017년 기출문제

- 2022년 기출문제

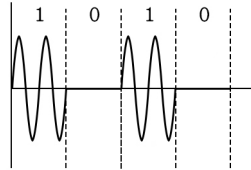
– 31 –



[개념확인] 09. 디지털 연속변조

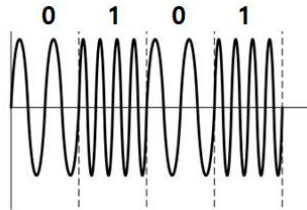
1. 디지털 연속 변조

(1) ASK방식



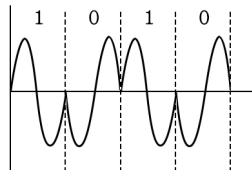
- ① 300bps이하의 저속도 전송에 사용된다.
- ② 각종 잡음이나 신호레벨 변동에 약하다.
- ③ 전송 비트수가 많아지면 수신측에서 진폭 구분이 어려워 1비트만 전송 가능하다.(2진 ASK)
- ④ OOK(On Off Keying)라고도 부른다.

(2) FSK방식

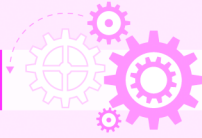


- ① 1200bps이하의 저속도 전송에 사용된다.
- ② 각종 잡음 및 신호레벨 변동에 강하다.
- ③ 수신측에서 대역폭만을 구분하여 전송 비트를 구별한다.
- ④ 전송 비트수가 많아지면 전송 대역폭이 늘어나고 수신측에서 대역폭 구분이 어려워진다.

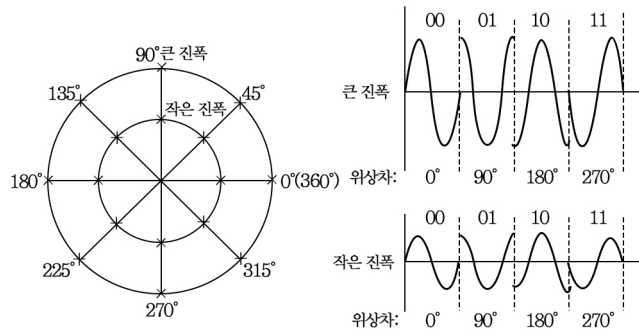
(3) PSK방식



- ① 2400 ~ 4800bps의 중속도 전송
- ② 전송 비트를 위상으로 구분하므로 전송 비트수가 많아지면 위상차 구별이 어려워진다.
- ③ 16진 PSK이상은 사용하지 않는다.
- ④ 위상차 계산식 $\frac{2\pi}{M}$ (M 진 = 2^n , n : 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

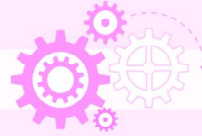
ASK	FSK	DPSK	PSK	QAM
2진 ASK	2진 FSK	2진 DPSK	2진PSK(BPSK)	
		4진 DPSK	4진PSK(QPSK)	4진 QAM
		8진 DPSK	8진 PSK	8진 QAM
				16진 QAM
				M진 QAM

↑
에러
확률감소

전송속도
증가
↓

→ 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.



적중개념확인문제

1. 반송파를 On-off 하여 단순히 반송파의 존재 여부로 신호를 만드는 변조 방식은?
 ① AM(진폭변조) ② PM(위상변조)
 ③ FM(주파수변조) ④ PM(펄스변조)
 2019(2차)년 기출문제

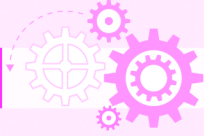
2. 디지털 변조방식으로만 묶인 것은?
 ① ASK, FSK ② FM, ASK
 ③ FSK, PM ④ AM, PSK
 2021년 기출문제

3. 한 심벌에 여러 비트를 실어 전송할 때 대역폭 효율 면에서 가장 불리한 방식은?
 ① 주파수 편이 변조(Frequency Shift Keying, FSK)
 ② 진폭 편이 변조(Amplitude Shift Keying, ASK)
 ③ 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation, QAM)
 ④ 위상 편이 변조(Phase Shift Keying, PSK)
 2023년 기출문제

4. 다음 변조 방식 중에서 오류확률이 낮은 순서대로 나열된 것은?
 ① QAM - DPSK - FSK - ASK
 ② FSK - QAM - DPSK - ASK
 ③ DPSK - QAM - FSK - ASK
 ④ QAM - FSK - DPSK - ASK
 2019(1차)년 기출문제

5. QAM에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
 ① 진폭과 위상이 변화하는 변조방식으로 동기 직교 검파방식으로 복조한다.
 ② 2개의 직교성 DSB-SC 신호를 선형적으로 합성한 것이다.
 ③ 16진 QAM 2 to 4 레벨 변환기를 사용하여 2개의 입력으로 4개의 PAM 신호를 발생시켜 이들이 각각 직교반송파와 곱해져서 16개의 신호가 구현되고, 스펙트럼 효율은 4[bps/Hz]이다.
 ④ QAM은 전송채널에서 잡음, 진폭왜곡, 위상왜곡에 대한 우수한 특성을 가지고, 4진 PSK와 QAM은 동일하지만 PSK는 LPF를 사용하고 QAM은 BPF를 사용한다.
 2017년 기출문제

[정답] 1 ① 2 ① 3 ① 4 ① 5 ④



[개념확인] 10. 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.

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

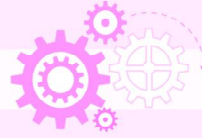
여기서 T는 디지털 신호의 단위 펄스의 시간길이로서 디지털 신호 0과 1의 두 bit를 하나의 단위로 표현했을 때 한 단위당 걸린 시간을 의미한다.

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 B 는 전송 대역폭을 의미하며, $\frac{S}{N}$ 는 신호 대 잡음비를 나타낸다.

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

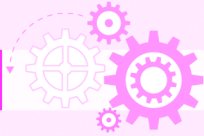
② 나이퀴스트(Nyquist) 정리

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

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

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.



적중개념확인문제

1. 32진 QAM을 사용하여 신호 속도 35,000[bps]를 전송할 때 변조속도[baud]는 얼마인가 ?

① 2,048[baud] ② 3,500[baud]
③ 7,000[baud] ④ 8,750[baud]

2018년 기출문제

2. 4진 QAM 변조방식을 사용하고 데이터신호속도가 9,600[bps] 일 때 심벌율[baud]은?

① 2,400[baud] ② 4,800[baud]
③ 9,600[baud] ④ 19,200[baud]

2019(2차)년 기출문제

3. 어느 채널을 통해서 변조된 256개 PAM신호가 16진 PSK로 전송되고 있을 때, 100개의 채널을 동시에 운용하는 경우의 데이터 전송률 R_b [bps]은? (단, 채널 간 보호대역은 무시한다.)

① 102.4[Kbps] ② 256[Kbps]
③ 512[Kbps] ④ 1,024[Kbps]

2019(2차)년 기출문제

4. 채널대역폭이 4.5[kHz]이고 신호 대 잡음비가(S/N)가 33[dB]일 때, 채널 용량[bps]은 얼마인가?

① 14,850[bps] ② 45,000[bps]
③ 49,500[bps] ④ 68,000[bps]

2018년 기출문제

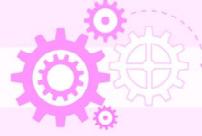
5. 채널용량에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

① 전송 정보율을 R_b , 채널용량을 C 라 할 때 $R_b > C$ 인 경우는 예러가 존재하게 된다.
② 채널용량은 가용 대역폭, 수신 신호전력, 잡음 전력의 3개의 파라미터에 의해 한계를 정한다.
③ S/N 비가 0에 가까워도 사용 대역폭을 매우 넓히면 높은 채널용량을 얻을 수 있다.
④ 디지털통신에서 E_b/N_o 가 샤논의 한계 이하의 경우에는 우수한 채널 코딩을 해도 예러가 발생한다.

2019(2차)년 기출문제

해설 샤논의 채널용량에는 한계가 존재한다. $E_b/N_o \approx 0.963(-1.59[\text{dB}])$

【정답】 1 ③ 2 ② 3 ① 4 ③ 5 ③



[개념확인] 11. 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)

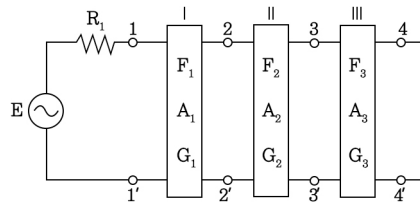
잡음 지수는 입력신호의 S/N비에 대한 출력 신호의 S/N비를 의미한다.

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

(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.



■ 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 $N_i = kTB$ 이므로 $F = \frac{S_i N_o}{S_o N_i} = \frac{S_i}{S_o} \times \frac{N_o}{kTB}$ 가 된다.

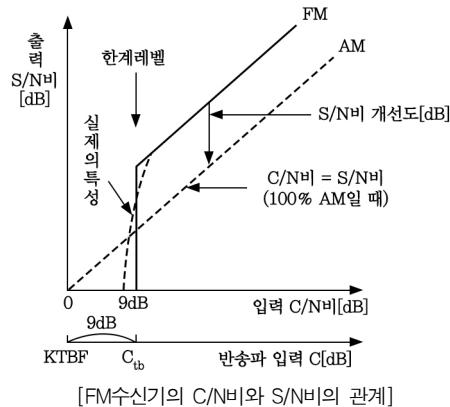
- ① 무잡음 이상 증폭기의 잡음지수는 1이다. ($F=1$)
- ② 실제 증폭기에서는 내부 잡음이 있기 때문에 $F>1$ 이다.
- ③ 다단 증폭기의 종합잡음지수 F 는

$$\text{종합 잡음 지수 } (F) = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots \text{가 된다.}$$

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.



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



적중개념확인문제

1. 다단 증폭 시스템에서 첫 번째 증폭단의 이득은 20[dB], 잡음지수는 5이고, 두 번째 증폭단의 이득은 10[dB], 잡음 지수는 21일 때, 이 시스템의 전체 잡음지수는 얼마인가?

① 15.2

② 7

③ 5.2

④ 5

2019(1차)년 기출문제

2. 다음 F_i 는 증폭기 i 의 잡음지수를 지칭하는 상수이다. 두 개의 증폭기가 직렬로 연결되어 있는 수신기가 있다. 안테나 측으로부터 1, 2번 증폭기라고 칭할 때, 증폭기 1은 이득이 20[dB]이고 F_1 이 3, 증폭기 2는 이득이 15[dB]이고, F_2 가 16이다. 수신기의 총괄 잡음지수는?

① 5

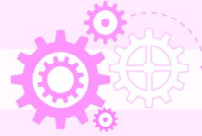
② 19

③ 3.1

④ 3.15

2022년 기출문제

【정답】 1 ③ 2 ④



1장

적중확인문제

1. 아날로그 신호에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 신호가 순간적으로 변화하면 주파수는 무한대이다.
- ② 주파수는 시간에 대한 짧은 기간 내의 변화는 높은 주파수를 의미한다.
- ③ 위상 180도의 정현파(사인파)는 시간 0에서 진폭 0으로 시작하며 진폭은 증가한다.
- ④ 정현파는 최대진폭, 주파수, 위상이라는 세 가지 특성으로 나타내게 된다.

2023년 기출문제

2. 통신 시스템 성능을 높이는 방식만으로 연결되지 않은 것은?

- ① SS(Spread Spectrum)방식
- ② SSB, DSB
- ③ SSB, DSB, SNR
- ④ QPSK, QAM

2020년 기출문제

3. 다음 중 AM(Amplitude Modulation) 송신기의 출력이 60[%] 변조 시 118[W]이었다면 100[%] 변조 시 출력은?

- ① 약 125[W] ② 약 135[W]
- ③ 약 140[W] ④ 약 150[W]

2022년 기출문제

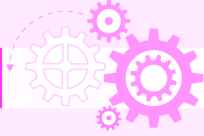
4. 다음 중 AM(Amplitude Modulation) 변조에서 DSB-TC(Double Side Band-Transmitted Carrier) 신호가 포락선 왜곡에 관한 변조지수()에 따른변복조의 특징에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

- ① AM의 변조지수(μ) 정의는 다음과 같다.

$$\mu = \frac{\text{DSB 신호의 최대진폭}}{\text{반송파 신호의 진폭}} = \frac{\max|m(t)|}{A_c}$$

- ② 변조지수(μ)가 1보다 커야 왜곡이 발생하지 않는다.
- ③ AM은 반송파를 추가로 전송함으로써 수신기에서 포락선 검파가 가능하다.
- ④ DSB-TC 변조는 전력 효율이 항상 100%보다 작게 되는데, 전력 효율은 변조지수와 정보신호의 파형에 따라 다른 값을 갖는다.

2022년 기출문제



5. AM 변조된 신호 (t)가 아래 식과 같을 때 반송파 및 상·하측파대의 각 전력 성분비는?

$$(200 + 20\cos 900\pi t)\cos 2\pi \times 10t$$

- ① 1 : 0.004 : 0.004
- ② 1 : 0.025 : 0.025
- ③ 1 : 0.04 : 0.04
- ④ 1 : 0.0025 : 0.0025

2022년 기출문제

6. 다음 중 변조에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① SSB 통신방식은 상측파나 하측파 상관없이 한쪽만 전송하는 통신방식이기 때문에 예리한 필터가 필요하다.
- ② FM(주파수변조)에서는 삼각잡음 특성이 나타나는데 그것을 해결하기 위해 스켈치 회로를 사용한다.
- ③ AM에서 DSB-SC는 동기검파방식, VSB는 비동기검파방식을 사용한다.
- ④ PM(위상변조)와 FM(주파수변조)는 유사한 특성을 가지기 때문에 적당한 회로를 통해 상호 변환시킬 수 있다.

2019(2차)년 기출문제

해설 삼각잡음 특성이란 FM에서 높은 주파수일수록 잡음이 높게 나타나는 현상

7. 다음 중 AM과 FM에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① S/N비, 외부혼신, 왜곡측면에서는 FM이 우세한 특성을 갖는다.
- ② 회로구성, 전력소모(효율 η), 대역폭 측면에서는 AM(DSB-TC)이 더 우세한 특성을 갖는다.
- ③ VSB는 DSB의 큰 대역폭 문제와 SSB의 동기 검파의 필요, 동기 검출의 어려움 등의 문제를 해결하기 위해 각각의 장점을 취합한 방식이다.
- ④ AM은 선형변조, FM은 비선형 변조방식이고 약전계 통신에는 AM이, 강전계 통신에는 FM이 우세한 특성을 갖는다.

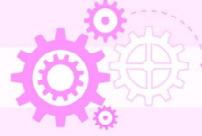
2019(1차)년 기출문제

해설 회로구성, 대역폭 측면에서는 AM이 유리하다. 전력효율의 측면에서는 FM이 유리하다.

8. 다음은 FM방식을 AM과 비교한 특징이다. 옳지 않은 것은?

- ① FM은 AM에 비해 초단파 통신에 적합하다.
- ② FM은 AM에 비해 수신 충실도가 높다.
- ③ FM은 AM에 비해 SNR이 높다.
- ④ FM은 AM에 비해 회절성이 좋다.

2020년 기출문제



9. 다음 중 아날로그 정보를 전송하는 아날로그 변조방식에 따른 변조지수와 전력효율에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

- ① 각변조는 정보신호에 의하여 반송파의 각을 변화시킨다.
- ② 각변조의 진폭은 정보신호에 따라 반송파의 크기가 변한다.
- ③ FM 주파수 변조는 순시주파수를 정보신호에 따라 선형적으로 변화시킨다.
- ④ PM의 위상 변조된 신호의 순시주파수는 정보 신호의 미분 값에 따라 선형적으로 변화시킨다.

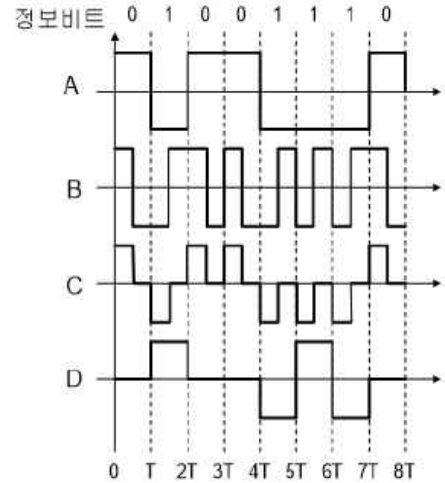
2022년 기출문제

10. 다음의 기저대역 디지털 2원 전송 부호 중 동일한 데이터 전송율을 가정할 때 대역폭이 가장 큰 것은 어느 것인가?

- ① 양극(Polar) NRZ 펄스
- ② 단극(Unipolar) NRZ 펄스
- ③ 바이폴라(Bipolar) 펄스
- ④ 맨체스터(Manchester) 펄스

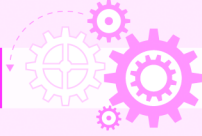
2023년 기출문제

11. 다음의 A-B-C-D에 대한 명칭으로 가장 알맞은 것은?

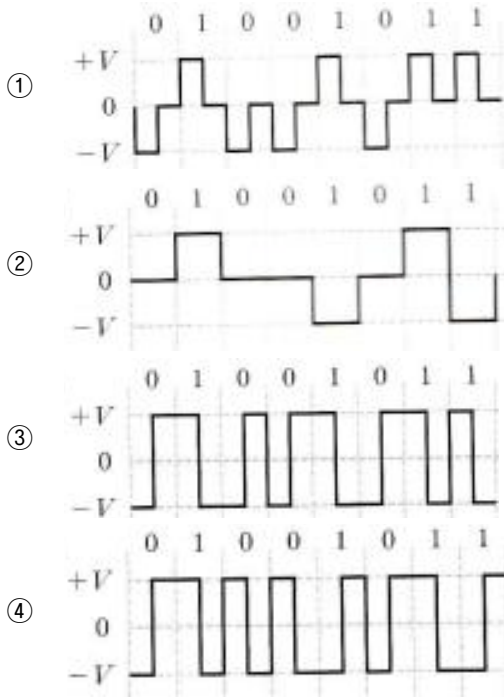


- ① A. 양극 RZ 펄스, B. 바이폴라 펄스, C. 맨체스터 펄스, D. 양극 NRZ 펄스
- ② A. 양극 RZ 펄스, B. 맨체스터 펄스, C. 바이폴라 펄스, D. 양극 NRZ 펄스
- ③ A. 양극 NRZ 펄스, B. 양극 RZ 펄스, C. 맨체스터 펄스, D. 바이폴라 펄스
- ④ A. 양극 NRZ 펄스, B. 맨체스터 펄스, C. 양극 RZ 펄스, D. 바이폴라 펄스

2023년 기출문제



12. 전송될 디지털 신호가 01001011 일 때, 이를 차동 맨체스터로 표현한 것 중 옳은 것은?



2020년 기출문제

13. PCM(Pulse Code Modulation) 통신 시스템의 순서로 가장 옳은 것은?

- ① 표본화 → 부호화 → 복호화 → 통신채널 → 양자화 → 필터링
- ② 표본화 → 양자화 → 부호화 → 통신채널 → 복호화 → 필터링
- ③ 표본화 → 필터링 → 양자화 → 통신채널 → 부호화 → 복호화
- ④ 표본화 → 양자화 → 필터링 → 통신채널 → 부호화 → 복호화

2023년 기출문제

14. 다음 중 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환할 때 양자화잡음을 줄이는 방안으로 가장 적절하지 않은 것은?

- ① 샘플당 비트수를 줄인다.
- ② 송신 측에서 압축기, 수신 측에서 신장기를 사용한다.
- ③ 입력 진폭을 크게 한다.
- ④ 비선형 양자화를 한다.

2020년 기출문제/2022년 기출문제

15. 양자화기에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

- ① 선형 양자화기는 근사치에 대해 반올림을 하므로 약간의 오류가 포함된다.
- ② 양자화 오차에 의해 발생하는 잡음을 양자화 잡음이라고 한다.
- ③ 비선형 양자화기는 신호의 진폭에 따라 양자화 레벨을 다르게 적용하는 방식이다.
- ④ 양자화 간격을 크게 하면 작은 신호에 대해 정확히 구별할 수 있다.

2023년 기출문제

16. 아날로그 신호의 표본화 과정에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① Nyquist 표본화 주파수와 같거나 그 이하가 되도록 표본화를 행하면, 앨리어싱 현상이 발생되어 기저대역 신호에 왜곡이 발생된다.
- ② 신호의 표본화 주기를 원신호의 주기보다 2배 이상을 유지하면 표본화 오차는 제거된다.
- ③ 표본화를 행하기에 앞서 고역통과 필터를 사용하여 기저대역 신호를 정형하여 표본화를 행하면 왜곡을 줄일 수 있다.
- ④ 표본화된 신호로부터 원래의 신호를 정상 복원할 수 있는 최소의 표본화 주기를 Nyquist Ratio 라고하며, 이를 만족하지 못할 때 표본화 오차가 생긴다.

2017년 기출문제

17. PCM의 Nyquist Rate에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① Nyquist Rate를 만족하여 부호화를 할 경우, 원신호가 복원 된다.
- ② Nyquist Rate를 만족하여 부호화를 할 경우, 엘리어싱 현상을 제거할 수 있다.
- ③ 원신호의 주파수 스펙트럼이 제한되지 않는 경우의 엘리어싱 현상은 고주파 영역에서보다 저주파 영역에서 더 심하게 발생한다.
- ④ 원신호 복원 시 사용되는 불완전한 여파기의 특성으로 인한 엘리어싱 현상은 표본화율을 높임으로 해결할 수 있다.

2019(1차)년 기출문제

18. 음성의 부호화 방법인 PCM과 Voice Coding(보코딩)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 파형부호화인 PCM은 Sampler - Quantizer - Coding 단계로 파형 모양을 재생한다.
- ② 보코딩(Voice Coding)은 음성의 3~4 개 공명 주파수(포먼트)를 추출해서 부호화하는 음원 부호화 방식이다.
- ③ 저 전송률인 PCM은 일반전화 등에, 고 전송률인 보코딩은 이동전화, VoIP 등에 응용된다.
- ④ 채널 Voice Coding은 20[ms]마다 신호를 Sampling하여 그 진폭, 유/무성음, Pitch를 검출하여 전송하는 방식이다.

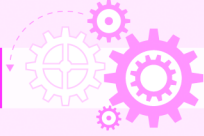
2019(1차)년 기출문제

해설 고 전송률인 PCM은 일반전화 등
에, 저 전송률인 보코딩은 이동전화,
VoIP 등에 응용된다.

19. 정현파 신호를 PCM을 이용하여 양자화할 때, 신호 대 양자화 잡음 전력비 $[S_q/N]$ 를 적어도 $40[\text{dB}]$ 이상이 되도록 하려면 최소한 몇 $[\text{bit}]$ 로 양자화해야 하는가?

- ① 5[bit] ② 6[bit]
③ 7[bit] ④ 8[bit]

2019(1차)년 기출문제



20. 아날로그 신호를 디지털 신호로 변조할 때 발생하는 양자화잡음 개선방법으로 옳지 않은 것은?

- ① 신호 채집속도를 증가시킨다.
- ② companding(압신기) 사용한다.
- ③ nonlinear(비선형) 양자화를 사용한다.
- ④ 양자화 비트수를 증가 시킨다.

2021년 기출문제

21. 고효율 PCM인 DM, DPCM에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① DM은 1[bit]용, DPCM은 4~5[bit]용 양자화를 사용한다.
- ② DM인 경우에 발생하는 양자화 잡음과 과부하 잡음을 제거하기 위해 스텝의 크기 Δ 값을 변화하는 방식을 적응델타변조(ADM)라고 한다.
- ③ 입력신호의 변화폭이 큰 경우는 Δ 의 크기 값이 클수록 유리하다.
- ④ 앞, 뒤 표본 값을 이용하는 유사한 형태의 양자화 방식으로서, 표본화 주파수는 서로 동일하게 사용하며, DM이 정보 전송량을 크게 줄일 수 있다.

2017년 기출문제

해설 PCM

표본화주파수(8KHz), DPCM : 표본화주파수(8KHz), DM : 표본화주파수(16KHz)

22. 10[kHz]로 제한된 음성 12개의 채널이 SSB로 다중화되어 있을 때, 이 다중화된 신호를 ISI(Inter Symbol Interference) 간섭 없이 PCM 전송하고자 할 때 소요되는 최소한의 대역폭 [kHz]은 얼마인가?

- ① 120 ② 240
- ③ 360 ④ 480

2019(1차)년 기출문제

23. 20[kHz]인 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 PCM과정에서 8비트 양자화 하는 경우, 변환된 신호의 비트율로 옳은 것은?

- ① 80[Kbps] ② 160[Kbps]
- ③ 320[Kbps] ④ 640[Kbps]

2020년 기출문제



24. 다음 중 PCM(Pulse Code Modulation)에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은? (단, 표본 진폭 범위는 일정하다고 가정한다.)

- ① 양자화 준위의 개수를 증가시키면 표본화된 값을 이진수로 부호화할 때 비트 수가 점점 증가한다.
- ② 양자화 준위의 개수를 증가시키면 양자화 오차가 감소한다.
- ③ 양자화 비트 수를 하나 증가시키면 평균 양자화 잡음 전력은 $20\log_{10}2[\text{dB}]$ 감소한다.
- ④ 10[kHz]로 대역 제한된 신호를 왜곡 없이 표본화하려면 초당 10,000개 이상의 표본을 추출해야 한다.

2022년 기출문제

25. 디지털변조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

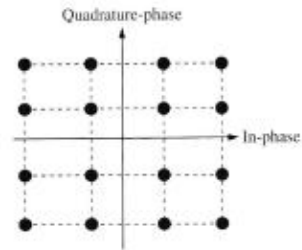
- ① QAM은 ASK방식과 PSK방식을 합친 변조방식이다.
- ② DPSK는 ASK보다 성능이 좋다.
- ③ ASK에서 반송파 주파수는 고정하고 크기만 변화시키면, 비트 전송률은 높아지고 대역폭의 변화는 없다.
- ④ M진 QAM은 M진 PSK보다 오류에서 우수하다.

2021년 기출문제



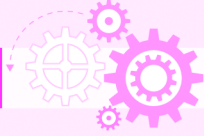
해설 ASK에서 반송파 주파수는 고정하고 크기만 변화시키면, 비트 전송률과 대역폭의 변화는 없다.

26. 다음은 그레이코드를 갖는 16진 QAM의 성상도이다. 각 신호에 대하여 4비트씩 할당하기 위해 주로 그레이코드를 사용하는 이유는?



- ① QAM은 넓은 대역폭을 사용하기 때문에 그레이코드를 사용한다.
- ② M진 변조방식에서 대부분의 오류는 인접하지 않은 신호들은 다른 심볼로 잘못 인식해 발생하기 때문에 그레이코드를 사용한다.
- ③ 전송속도를 높이는 데 필요한 SNR를 증대시키기 위해 사용한다.
- ④ 심볼 간의 간격을 줄여 BER을 낮추기 위해서 사용한다.

2017년 기출문제



27. 다음 디지털 변조의 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① BPSK에 비해 QPSK는 주파수 스펙트럼 효율이 2배로 증대되지만 심볼이 2비트로 구성되어 있어 비트오율이 2배이다.
- ② OQPSK는 PSK의 180° 위상 차이를 90° 로 줄이는 변조 방식이다.
- ③ ASK는 동기 반송파를 신호에 곱하는 동기검파를 사용하지만 비동기 검파도 사용한다.
- ④ M진 QAM은 M진 PSK와 전력 스펙트럼과 대역폭 효율이 일치하지만 오율 면에서 다소 우수하다는 장점이 있다.

2017년 기출문제

28. 다음 16진 QAM에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 진폭과 위상이 변화하는 변조방식이다.
- ② 2차원 벡터공간에 신호를 나타낼 수 있다.
- ③ Noncoherent 방식으로 신호를 검출할 수 있다.
- ④ 16QAM은 16PSK보다 동일한 평균 전력에 대해 비트오류 확률이 낮다.

2019(2차)년 기출문제

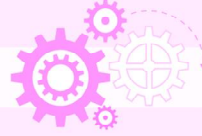
29. 최소 주파수 편이비를 0.5가 되게 하는 CPFSK(연속위상 FSK)인 MSK변조에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① QPSK, OQPSK방식 등에서 급격한 위상의 변화로 인한 진폭 변화에 대해서 대역 외 스펙트럼이 발생하는 문제점을 해결하기 위한 방안으로 고안되었다.
- ② MSK는 최소의 주파수 차이를 가지며, 위상의 연속성을 유지시키는 변조방식이다.
- ③ 비트(0, 1)의 각 펄스의 위상값은 동일하므로, 이전 펄스에 영향을 받는다.
- ④ 통과대역 내 신호의 비선형 왜곡으로 고조파 부엽(Side Lobe)을 발생하는 문제점을 갖는다.

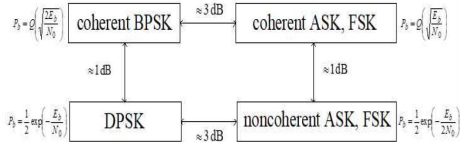
2019(1차)년 기출문제

해설 CPFSK(연속위상 FSK) 특징

- ① CPFSK는 FSK방식의 위상의 불연속성을 해결하기 위한 방법이다.
- ② CPFSK방식 중 주파수 편이비가 0.5로 가장 작은 방식이 MSK방식이다.
- ③ BPSK보다 주엽의 폭은 넓지만 부엽은 좁다.
- ④ 연속된 위상을 갖는 정포락선 변조방식이다.



30. 다음과 같은 평균 비트 에너지에 따른 BER(Bit Error Rate)에 의한 P_b (Bit error probability)성능비교에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?



- ① 동기식 ASK와 동기식 FSK의 비트오류확률인 P_b 성능이 같다.
- ② BPSK는 FSK에 비해 비트오류확률인 P_b 이 우수하다.
- ③ 동기식 ASK/FSK와 비동기식 ASK/FSK의 P_b 성능은 같다.
- ④ DPSK는 수신기에서 인접한 비트 구간에서 반송파의 위상 차를 알게되면, 복조가 가능한 변복조 방식이다.

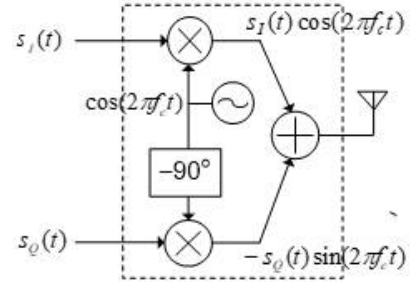
2022년 기출문제

31. 다음 중 부호 오류의 특성이 가장 좋은 디지털 변조방식은?

- ① 16QAM ② 16FSK
- ③ 16PSK ④ 16ASK

2022년 기출문제

32. 다음과 같은 시스템의 명칭으로 가장 옳은 것은?



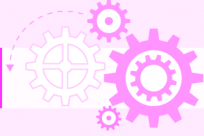
- ① QAM(Quadrature Amplitude Modulation)변조기
- ② QAM(Quadrature Amplitude Modulation)복조기
- ③ FM(Frequency Modulation) 변조기
- ④ FM(Frequency Modulation) 복조기

2023년 기출문제

33. 샤논의 채널 용량 정리를 올바르게 표현한 식은 다음 중 어느 것인가? (단, C는 채널의 용량, S는 신호의 전력, N은 잡음의 전력이다.)

- ① $C = BW \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$
- ② $C = BW \cdot \log_2 \left(1 + \frac{N}{S} \right)$
- ③ $C = \frac{1}{BW} \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$
- ④ $C = \frac{1}{BW} \cdot \log_2 \left(1 + \frac{N}{S} \right)$

2023년 기출문제



34. 잡음이 없는 통신채널에서 16QAM 방식으로 전송할 때 채널의 용량이 1Mbps 이면 대역폭은?

- ① 62,500[Hz] ② 125,000[Hz]
③ 250,000[Hz] ④ 500,000[Hz]

2021년 기출문제

35. AGWN 채널에서 주파수 대역이 30[kHz] 이고, SNR이 39[dB]일 때 샤논의 채널 용량으로 옳은 것은?

- ① $30 \log_e (1 + 10^{3.9}) [Kbps]$
② $30 \log_e (1 + 39) [Kbps]$
③ $30 \log_2 (1 + 39) [Kbps]$
④ $30 \log_2 (1 + 10^{3.9}) [Kbps]$

2021년 기출문제

36. 8개의 신호 준위를 갖는 신호를 전송하는 3,000[Hz]의 대역폭을 갖는 무잡음 채널이 있다. 최대 비트율은 얼마인가?

- ① 12,000[bps] ② 18,000[bps]
③ 24,000[bps] ④ 30,000[bps]

2023년 기출문제

37. AWGN 채널에서의 샤논의 채널용량에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 고르시오. (단, 정보량은 R_b , 채널용량은 C , 잡음 전력은 $N = N_o B$, N_o 는 잡음전력밀도, B 는 대역폭, 신호전력은 S 로 한다.)

- ① 채널 코딩을 통해 오류를 감소할 수 있는 S/N 의 한계는 약 -1.6[dB]이다.
② 이진 대칭 채널의 경우 C 는 상호 정보량의 최대값으로 $C = \max I(X : Y)$ 가 된다.
③ 이상적인 채널에서 N 이 0인 경우를 무 왜곡 채널이라 하며, 이 때 B 는 ∞ 가 된다.
④ 무왜곡 채널에서 $B = \infty$ 이며 C 는 약 $1.44(\frac{S}{N_o})$ 가 된다.

2020년 기출문제

해설

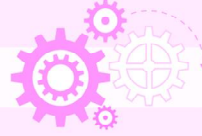
■ 샤논의 채널용량에는 한계가 존재한다.
 $E_b/N_o \approx 0.963(-1.59[dB])$

■ 이상적인 채널에서 N 이 0인 경우를 무잡음 채널이라 하며, 이 때 C 는 ∞ 가 된다.

38. 주파수 대역폭이 10[kHz]인 통신채널에서 $4 \times 4 \times 10^4$ bps의 속도로 정보를 보내기 위해서 요구되는 신호 대 잡음비 (S/N)는 다음 중 어느 것인가?

- ① 3 ② 7
③ 15 ④ 31

2022년 기출문제



39. 심볼 간 간섭이 없는 나이퀴스트 채널에서, 주어진 대역이 $B[\text{Hz}]$ 일 때 심볼 간에 조금도 겹치지 않고 간섭(ISI)없이 전송할 수 있는 최대 정보량 $C[\text{bps}]$ 는 얼마인가?

- ① $C = B$ ② $C = 2B$
 ③ $C = 3B$ ④ $C = 4B$

2018년 기출문제

40. 근접채널 간의 커플링 양으로 표시되는 것으로 옳은 것은?

- ① 위상잡음 ② 주파수 편이
 ③ 크로스토크 ④ 심볼간 간섭

2020년 기출문제

41. 20개의 부반송파 채널을 데이터 전송에 사용하는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템에서 OFDM 심볼 간격은 $10[\mu\text{s}]$ 이고 부반송파 채널은 모두 32-QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 변조 방식 사용할 때, 이 시스템이 전송할 수 있는 비트 전송율[Mbps]은?

- ① 10 ② 12
 ③ 100 ④ 120

2022년 기출문제

42. 데이터 통신에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

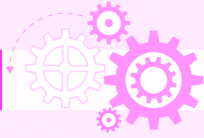
- ① 데이터 전송률은 데이터의 전송 속도를 나타내는 척도이다. 1초당 전송되는 비트 수인 bps(bit per second)로 나타낸다.
 ② 변조 속도는 신호의 레벨이 변하는 속도를 나타내는 척도이다. 초당 전송되는 심벌(symbol)의 수를 의미하며 보오(baud) 단위를 사용한다.
 ③ 오류율은 통신 경로상의 잡음의 평균 수준을 나타내는 척도로써, 일반적으로 원신호의 레벨과 노이즈의 레벨의 비율이다.
 ④ 대역폭은 전송 장비나 매체의 특성에 의해 제한되는 신호의 폭을 의미하며, 주파수 특성 곡선상의 최고 이득 점으로부터 3dB만큼 이득이 내려간 두 점 사이의 폭을 말한다.

2023년 기출문제

43. 20[kHz] 대역폭의 기저대역 오디오 신호를 나이퀴스트 표본화 주파수로 표본화하고 1024 레벨로 양자화하여 아날로그-디지털 변환한 후 CD에 저장하고자 한다. 600MByte(4800Mbit) 용량의 CD에 몇 초 분량의 오디오 신호를 저장할 수 있는가? (1MByte = 10^6 Byte)

- ① 6,000초 ② 8,000초
 ③ 12,000초 ④ 16,000초

2023년 기출문제



44. 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[%]
- ② 83[%] ④ 92[%]

45. AM에서 과변조가 발생하였을 때 일어나는 현상과 관계가 없는 것은?

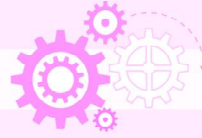
- ① 피변조파에 많은 고조파가 발생한다.
- ② 점유대역폭이 넓어지므로 다른 통신에 혼선을 준다.
- ③ 명료도가 개선되어 자기진동이 일어난다.
- ④ 송신기에 과부하가 걸린다.

46. 16진 PSK의 대역폭 효율은 QPSK 대역폭 효율의 몇 배인가?

- ① 2배 ② 4배
- ③ 8배 ④ 16배

47. 다음의 디지털 변조방식 중 오류확률이 가장 낮은 것은?

- ① 2진 ASK ② 2진 FSK
- ③ 2진 DPSK ④ 2진 PSK



48. 다음 중 전송부호가 가져야 하는 조건으로 적합하지 않은 것은?

- ① DC 성분이 포함되어야 한다.
- ② 동기(Timing) 정보가 충분히 포함되어야 한다.
- ③ 전송부호의 코딩효율이 양호해야 한다.
- ④ 전송 도중에 발생하는 에러의 검출과 교정이 가능해야 한다.

49. 잡음지수에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 무잡음 이상증폭기의 잡음지수는 1이다.
- ② 실제 증폭기의 잡음지수는 1보다 크다.
- ③ 증폭기의 입·출력 단에서의 잡음지수 $= \frac{\text{입력 } S/N}{\text{출력 } S/N}$ 이다.
- ④ 다단 증폭기의 종합 잡음지수는 각단 잡음지수의 합이다.

50. 일반적으로 잡음이 있는 수신기의 잡음지수 F의 크기로 가장 적합한 것은?

- ① $F = 1$
- ② $F < 1$
- ③ $F > 1$
- ④ $F \leq 1$

[정답]

번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
답안	③	③	④	②	④	②	②	④	②	④
번호	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
답안	④	④	②	①③	④	①	③	③	③	①
번호	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
답안	④	①	③	④	③	④	①	③	④	③
번호	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
답안	①	①	①	②	④	②	③	③	②	③
번호	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
답안	①	③	③	②	③	①	④	①	④	③