

# 무선통신기기 실습#10 통신 기본 이론(2)

- # 10.1 preemphasis와 deemphasis 필터
- # 10.2 통신자원 할당방법
- # 10.3 FDM/TDM/CDM의 비교
- # 10.4 파장분할 다중화
- # 10.5 전송로와 다중화
- # 10.6 교환기의 필요성
- # 10.7 FDMA/TDMA/CDMA의 비교

## << 참고문헌 >>

1. 아날로그와 디지털 통신(윤남일, 복두출판사)
2. Matlab 따라잡기(임종수, 도서출판 아진)
3. Mastering MATLAB 7(Duane Hanselman 외, 대광서림)
4. Matlab 입문과 활용(김용수, 높이깊이)

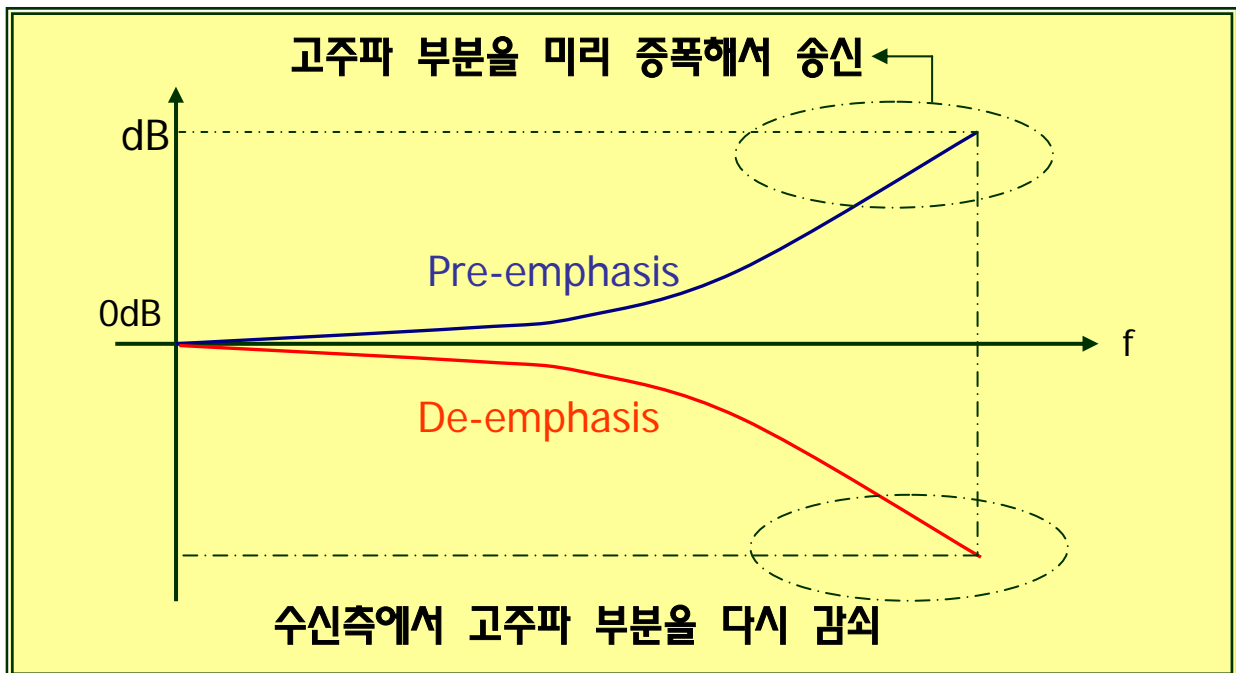
## HomeWork #10

★프로그래밍 실습테스트 준비

# 무선통신기기 실습#10 통신 기본 이론(2)

## 10.1 pre-emphasis와 de-emphasis 필터

- ▶ FM 신호는 고주파 부분의 SNR이 낮음
- ▶ 이를 보상하기 위하여, 상업용 FM방송을 전송할 때 송신 측에서는 고주파 부분을 미리 증폭(pre-emphasis)하여 전송함
- ▶ FM 수신기에서는 반대 특성을 갖는 de-emphasis 여파기를 사용하여 고주파 부분을 다시 감쇠시켜줌



## 10.2 통신자원의 할당 방법

- ▶ 통신시스템의 목표
  - 짧은 시간 내에 많은 양의 데이터를 효율적으로 전송하는 것을 목표로 하며, 많은 양의 데이터를 고속으로 전송하기 위해서는 넓은 주파수 대역폭이 필요함

# 무선통신기기 실습#10 통신 기본 이론(2)

## ▶ 다중화와 다중접속

- 다중화는 '한정된 전송로에 최대한 많은 채널을 동시에 공유하는 것'이 목표임
- 다중접속은 정해진 다중화 방법에 따라 '한정된 전송로를 공유할 때 최대한 효율적으로 사용하는 방법'이 목표임
  - 다중접속 방법은 다중화로 만들어진 채널 중에서 비어있는 채널을 차지하는 방법을 정하는 것임
- 다중화와 다중접속은 모두 통신자원의 분배방식임

## ▶ 신호의 직교(orthogonal) 조건

- 주파수·시간·공간 등으로 할당된 통신자원에서 두 가지 이상의 신호가 같은 영역 내에 동시에 공존한다면 신호들끼리 서로 간섭을 일으킬 수 있음
- 다중화와 다중접속 방법을 사용하려면 수신단에서 신호를 검출할 때, 다른 신호들의 간섭을 피하고 원하는 신호만을 골라내야 함

→ 이를 위해 서로 직교(orthogonal) 하는 신호를 사용해야 함

### ■ 신호의 직교조건

- 전송신호의 형태를 송·수신단의 약속에 의해서 미리 정함
- 수신단에서 원하는 신호의 형태를 알고 있다면 곱셈기와 적분기를 이용해 신호를 검출할 수 있음

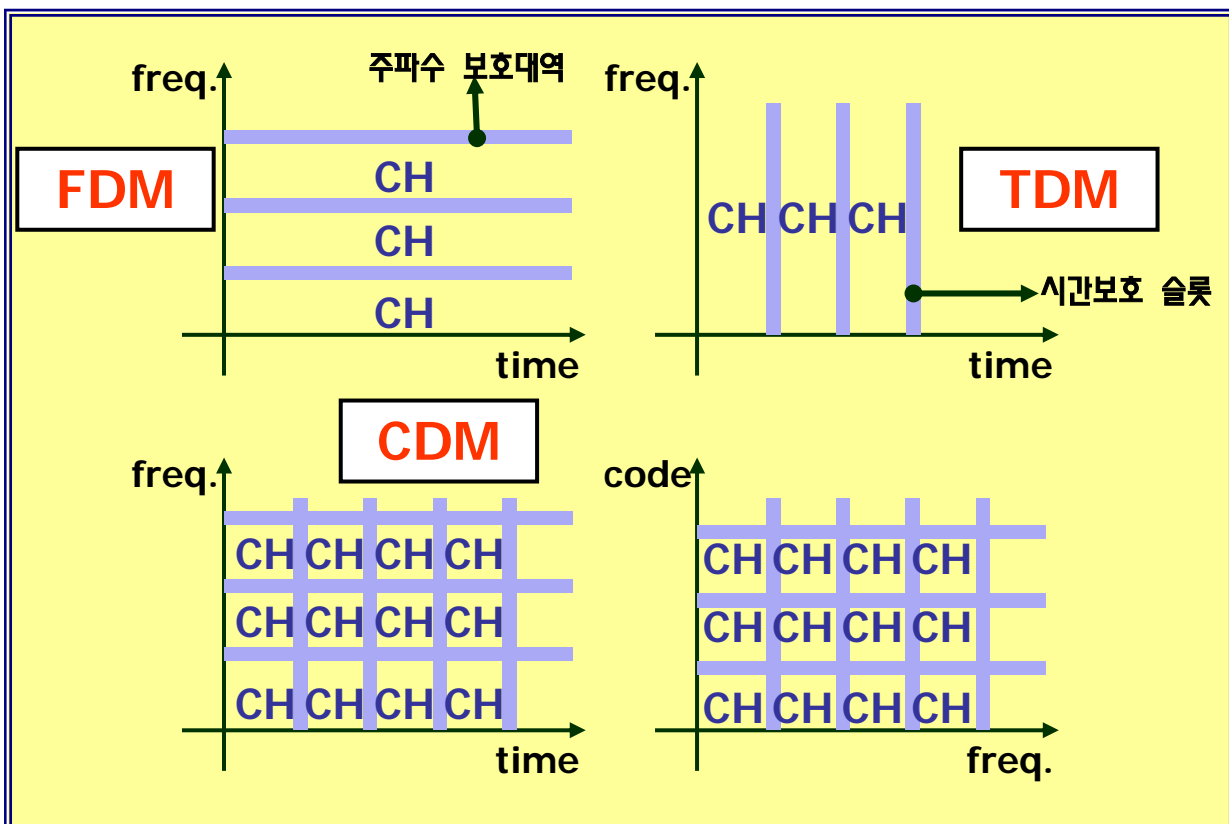
$$\int_{-\infty}^{\infty} s_m(\tau)s_n(\tau)d\tau = \begin{cases} \text{상수} & (m = n) \\ 0 & (m \neq n) \end{cases}$$

# 무선통신기기 실습#10 통신 기본 이론(2)

- pp.3의 수식에서 수신단에 섞여 들어오는 신호에 원하는 형태의 신호를 곱한 후, 적분하면 원하는 신호만 0이 아닌 상수로 검출되고 나머지 신호들은 받아들이지 않음
  - 이 조건을 만족하는 신호가 직교하는 신호임
- $\tau=f$ 가 되면 주파수 신호만을 골라낼 수 있으므로 주파수 분할 다중화에 사용되고,  $\tau=t$ 가 되면 원하는 시간 신호만을 골라낼 수 있으므로 시간분할 다중화에 사용되어짐

## 10.3 FDM/TDM/CDM의 비교

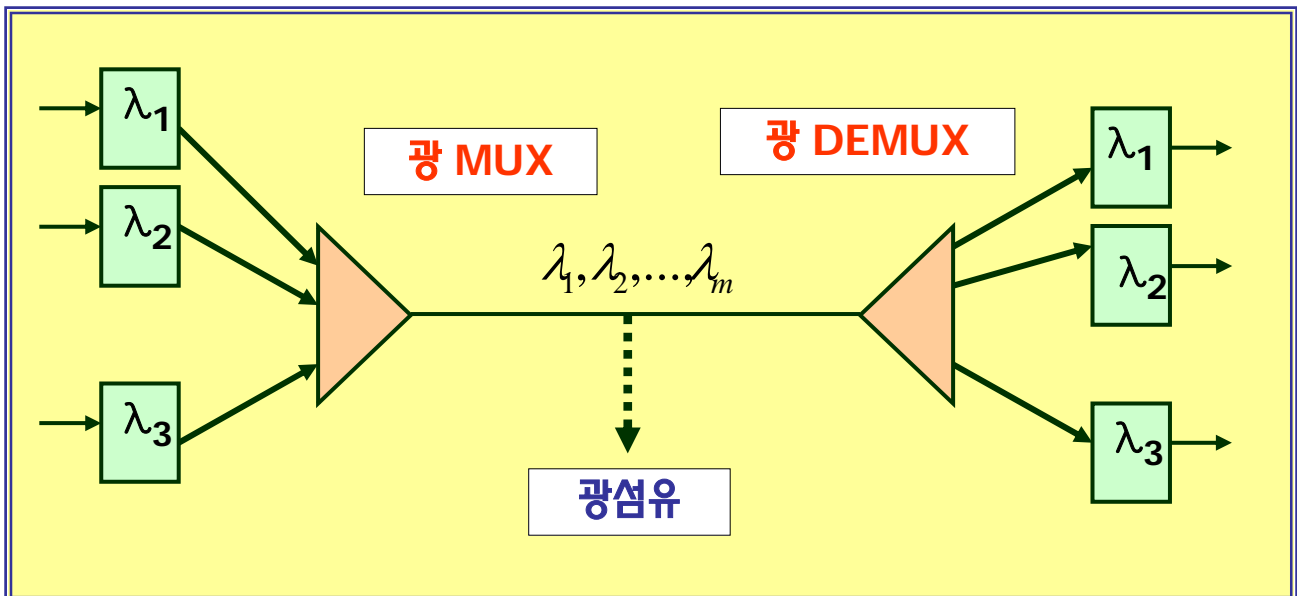
- ▶ 주파수분할 다중화 : 주파수 채널의 분리
- ▶ 시간분할 다중화 : 시간 채널의 분리
- ▶ 코드분할 다중화 : 두 가지 방식을 혼합한 형태임



# 무선통신기기 실습#10 통신 기본 이론(2)

## 10.4 파장분할 다중화(WDM)

- ▶ Wavelength Division Multiplexing의 약어
- ▶ 파장분할 다중화는 광 영역에서의 주파수분할 다중화로 볼 수 있음
  - 즉, 하나의 광섬유에 서로 다른 파장의 광 신호를 다중화 하여 전송하고 수신 측에서는 이를 다른 파장의 광 신호를 분리하여 역다중화를 실시함



## 10.5 전송로와 다중화

- ▶ 통신신호를 전달하는 전송로는 물리적으로 허용하는 주파수대역폭과 최대 전송속도에 한계가 있으며 전송로마다 차이가 있음
- ▶ 다중화 기술은 어느 전송로에나 적용이 가능함

# 무선통신기기 실습#10 통신 기본 이론(2)

## 전송로의 종류

전송로의 종류	최대전송속도	주로 사용하는 곳
가입자 동선	1.544Mbps 2.048Mbps 등	단거리 가입자선 (중계거리 2/4/6km 정도)
동축케이블	400Mbps	장거리
광케이블	622Mbps 2.5Gbps 5Gbps 등	해저, 전화국간 등
위성/마이크로파	수십 Gbps	위성통신

### ▶ T1 시분할다중화(TDM) 기술

- TDM 장비로 알려진 미국 벨 시스템의 T1 통신시스템에서 1.544Mbps의 전송속도를 지님
- T1을 사용하면 64kbps PCM 음성전화 가입자 24명의 음성을 동시에 전송할 수 있음
- 주로 미국, 캐나다, 일본에서 되었음

### ▶ E1 시분할다중화 기술

- 2.048Mbps의 전송속도를 지니며, 주로 유럽에서 사용됨

### ▶ 우리나라는 T1, E1을 모두 사용하고 있음

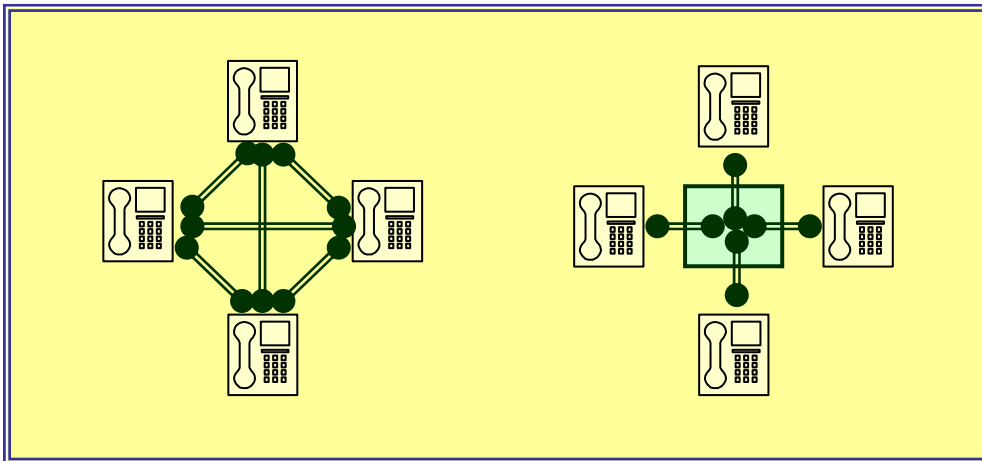
#### ■ 참고사항

- T2: 6.312 Mbps, T3: 44.736Mbps
- T4: 274.176 Mbps

# 무선통신기기 실습#10 통신 기본 이론(2)

## 10.6 교환기의 필요성

- ▶ 교환기를 사용하는 이유는 전송로의 개수를 줄이기 위함
  - 마이크로프로세서 설계시 배선수를 줄이기 위해 버스선을 사용하는 원리와 같음



- 전화국 교환기가 없을 때 배선수 :  $N = {}_n C_2 = \frac{n(n-1)}{2}$
- 전화국 교환기가 있을 때 배선수는 크게 줄어듬:  $N = n$

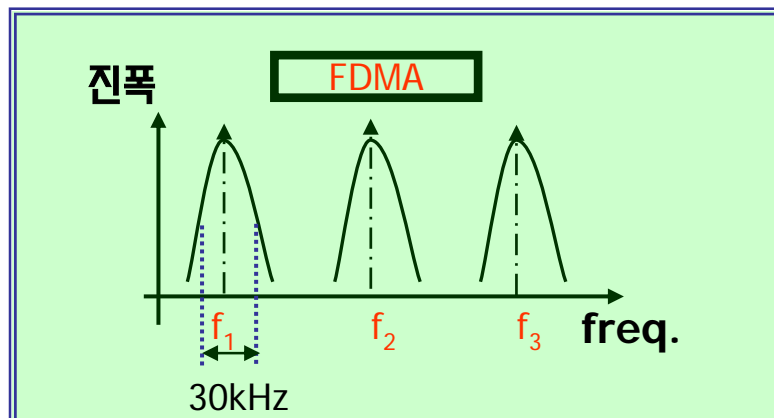
## 10.7 FDMA/TDMA/CDMA의 비교

- ▶ 통신시스템을 구성할 때는 다중화 및 다중접속을 한 가지 방식이나 기술만 사용하는 것은 아님
  - 통신시스템의 각 구성요소에서 필요한 복합적인 기술방식들을 모두 사용하고 있음
    - 예를들어, TDMA를 위세서는 주파수 채널을 우선 FDM으로 나누어야 함
    - TDMA나 CDMA도 기지국에서 이동통신 교환기로 데이터를 전송할 때는 T1이나 E1 등의 TDM 전송선로를 이용함

# 무선통신기기 실습#10 통신 기본 이론(2)

## ▶ ① FDMA(Frequency Division Multiple Access)

- FDMA 방식의 아날로그 셀룰러 이동전화의 대표적인 예는 북미·호주·한국에서 사용된 AMPS(Advanced Mobile Phone Service(or. System))와 유럽, 일본 등에서 사용된 TACS(Total Access Communication System)가 대표적임
  - FDMA 방식의 셀룰러 이동전화는 주파수채널을 분리해서 한 주파수채널에 대해 한 명의 가입자가 사용할 수 있음
  - FDMA 방식은 이동통신시스템의 다중접속 방법 중에서 가장 기본이 되며, 이를 **제1세대 이동전화**라고 함
  - FDMA 방식은 이동전화의 통화를 위해서는 남들이 사용하지 않고 있는 주파수 채널을 이용해 통화를 시도함



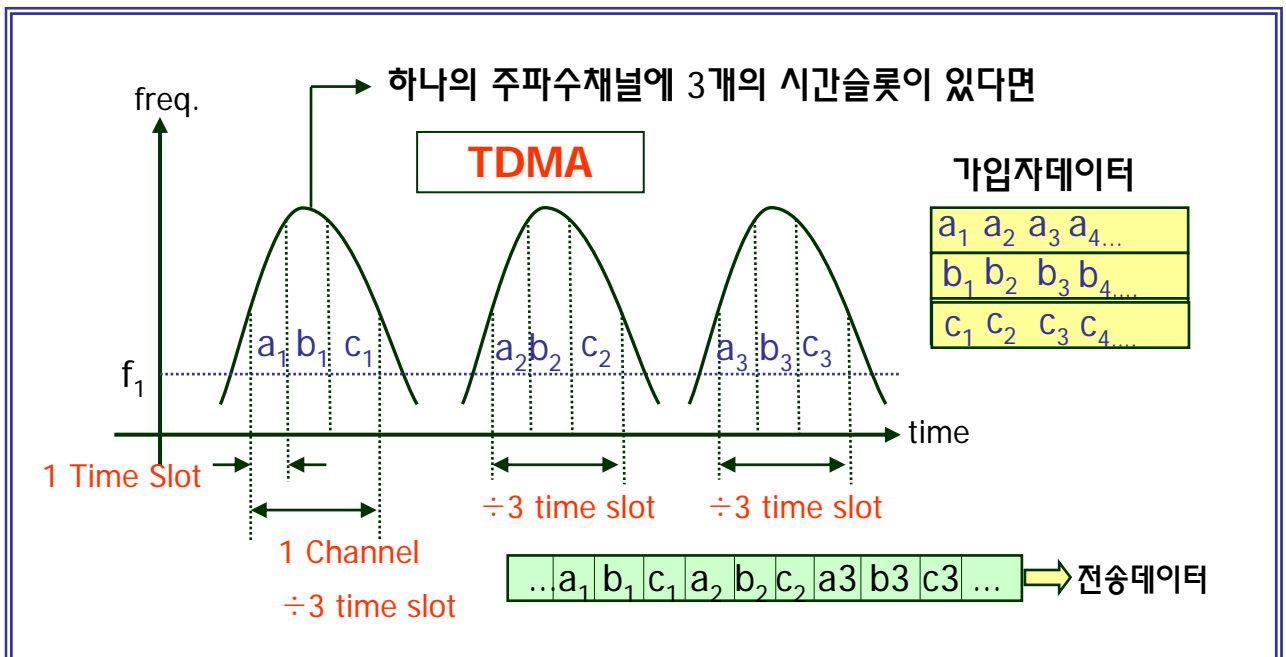
## ▶ ② TDMA(Time Division Multiple Access)

- TDMA 방식의 디지털 셀룰러 이동전화는 유럽 33개국에서 시작하여 동남아·호주 등에서 사용되어 세계적으로 시장점유율이 높은 GSM(Global System for Mobile Communication)과 미국의 PDC(Pacific Digital Cellular), 일본의 PHS(Personal Handy phone System)가 대표적임



# 무선통신기기 실습#10 통신 기본 이론(2)

- TDMA 방식의 셀룰러 이동전화는 FDMA 채널을 다시 여러 개의 시간 슬롯으로 나누어 주파수채널당 가입자수를 늘리는 디지털 방식임
- 이를 제2세대 이동전화라고 하며, 남들이 사용하고 있지 않는 시간슬롯을 이용해 통화를 시도함



## ▶ CDMA(Code Division Multiple Access)

- 한국에서 세계최초로 상용화가 됨
- 같은 주파수 대역에서 동시에 통화할 수 있는 가입자수의 비교
  - FDMA : 1배
  - TDMA : 3배
  - CDMA : 이론상 10~20배
- 송·수신단의 변복조과정에서 동일한 코드를 사용함
- 주파수 대역확산(spread spectrum) 특성을 지님
  - 잡음이나 간섭에 강하고 도청 방지 등 보안성이 뛰어남

# 무선통신기기 실습#10 통신 기본 이론(2)

## ▶ CDMA의 장점

- 잡음이나 간섭 등, jamming에 대한 저항성이 강함
- 사용자마다 고유한 코드를 사용해 암호화하므로 통화비밀 유지
- 페이딩(fading:전파의 강도가 시간적으로 변동) 채널 전파 환경에서 받는 영향이 작음
- 직교하는 다른 코드 사이에는 시간변동의 영향을 받지 않아

## ▶ CDMA의 방법

### ■ ①DS/SS(Direct Sequence/Spread Spectrum)

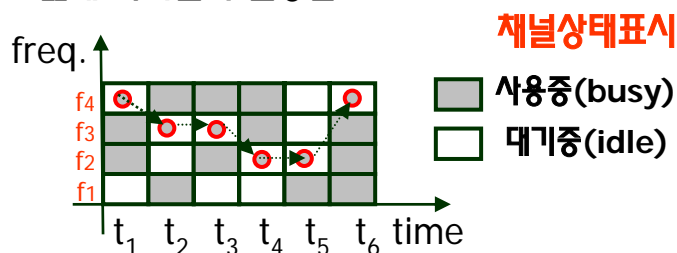
- 정보신호의 전송속도보다 속도가 빠른 의사랜덤잡음(PN: Pseudo random Noise) 코드라는 특정코드 열을 만듦
- 특정 PN 코드로 정보신호를 XOR하여 송신함
- 수신측은 송신측과 동일한 PN 코드로 수신신호를 XOR하여 PN 코드를 제거하고 원하는 정보신호만을 수신함

$$\text{송신측: } Tx = d(\text{정보코드}) \oplus PN$$

$$\text{수신측: } Rx = Tx \oplus PN = d \oplus PN \oplus PN = d(\text{정보코드})$$

### ■ ②FH/SS(Frequency Hopping/Spread Spectrum)

- 주파수 도약 방법은 반송파를 여러 개 사용함
  - 즉, 송신측과 수신측에서 전송코드에 따라 미리 정해진 동일한 주파수도약 패턴을 가지고 있음
  - 여러 개의 반송파 주파수를 일종의 PN 패턴을 갖도록 무작위로 옮겨 다니면서 전송함



## 무선통신기기 실습#10 통신 기본 이론(2)

**Q1)** 최대 전송속도 1.544Mbps인 T1 전송로를 이용하여 다중화 데이터를 전송하려고 한다. 주파수 대역이 0~4kHz로 제한된 음성전화 신호를 8비트 PCM으로 디지털화할 때,

① 이 음성전화 신호 전송에 필요한 최소 전송속도는 채널당 몇 kbps인가?

$$2 \times 4000 [Hz] \times 8[bit] = 64 k[bps]$$

② 이 전송로에는 최대 몇 명의 전화가입자를 동시에 수용할 수 있는가?

$$(1.544 \times 10^6) / (64 \times 10^3) = 24.125 \text{명(이론상)}$$

☞ E1의 경우  $2.048\text{Mbps} / 64\text{kbps} = 32$ 채널의 전화가입자를 동시에 수용할 수 있다. 제어신호 비트를 빼면 실제로 E1은 30명의 64kbps PCM 음성전화 가입자를 동시에 수용할 수 있다.

**Q2)** 최대 전송속도 41.085Mbps인 전송로를 이용하여 다중화 데이터를 전송하려고 한다. 주파수 대역이 0~16.5kHz로 제한된 신호를 15비트 PCM으로 디지털화할 때,

① 이 신호의 전송에 필요한 전송속도는 몇 kbps인가?

② 이 전송로에 같은 종류의 신호를 최대 몇 채널까지 동시에 수용하는가?

**Q3)** 최대전송속도가 2.448Mbps인 전송로를 이용하여 시분할다중화 장비로 8비트 PCM 데이터를 전송하려고 한다. 이 전송로에 같은 종류의 신호 45채널을 동시에 수용하려면 각 채널의 신호는 최대 몇 Hz까지 주파수대역을 제한해야 하는가?