

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)

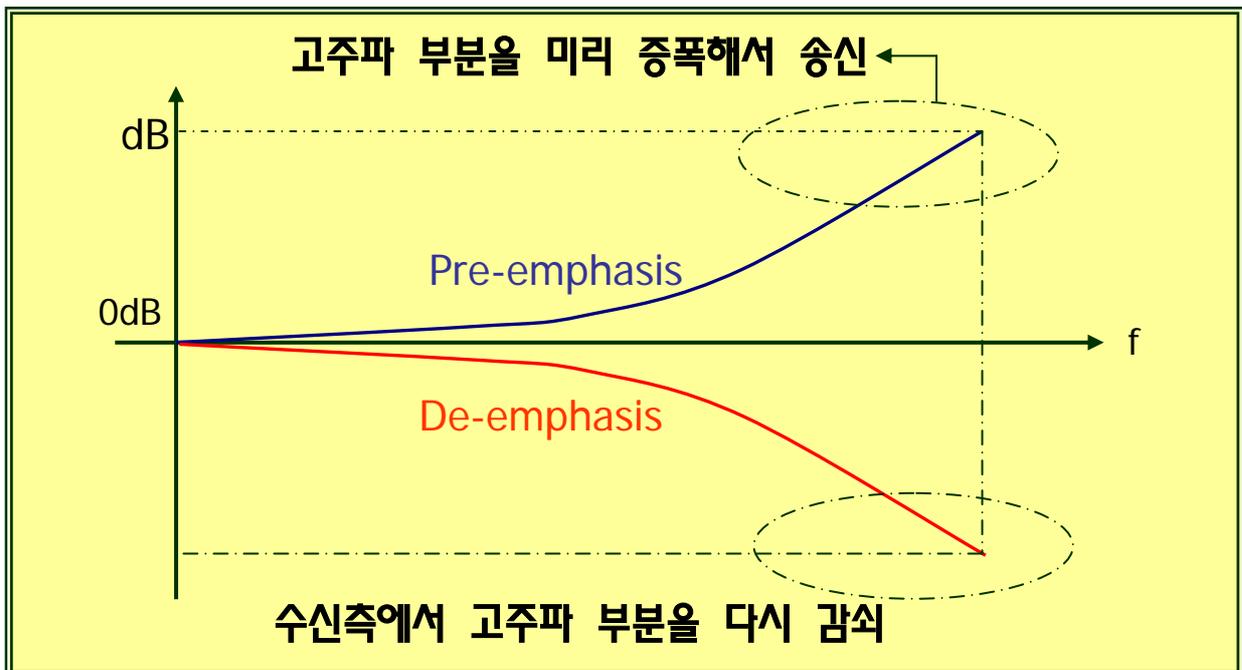
HomeWork #10

★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

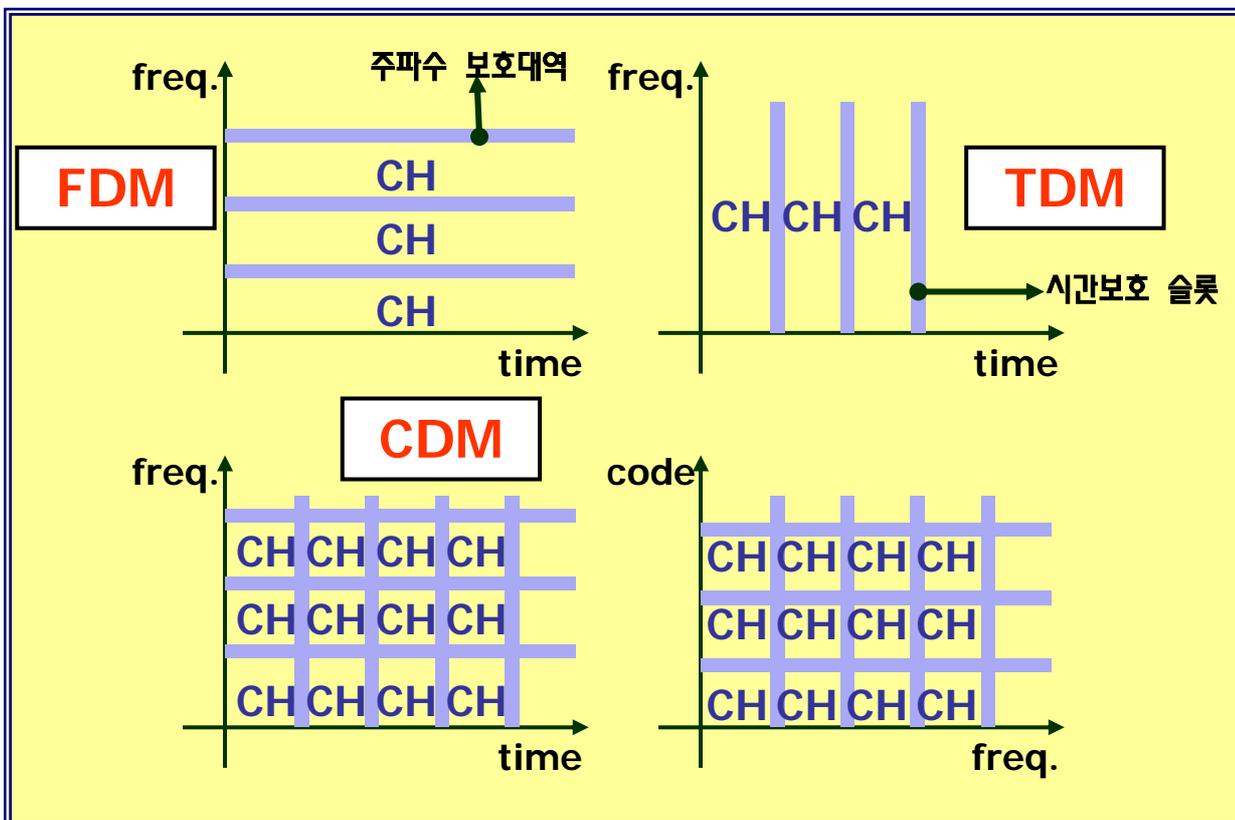
$$\int_{-\infty}^{\infty} s_m(\tau)s_n(\tau)d\tau = \begin{cases} \text{상수} & (m = n) \\ 0 & (m \neq n) \end{cases}$$

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

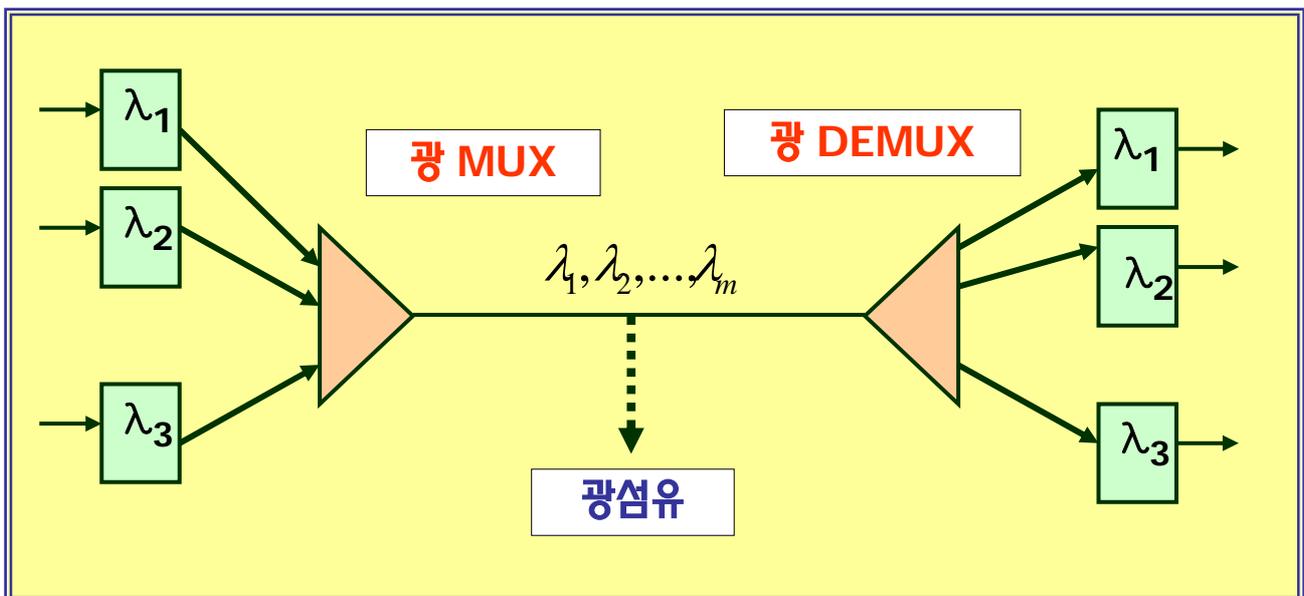
- ▶ 주파수분할 다중화 : 주파수 채널의 분리
- ▶ 시간분할 다중화 : 시간 채널의 분리
- ▶ 코드분할 다중화 : 두 가지 방식을 혼합한 형태임



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 다중화하여 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

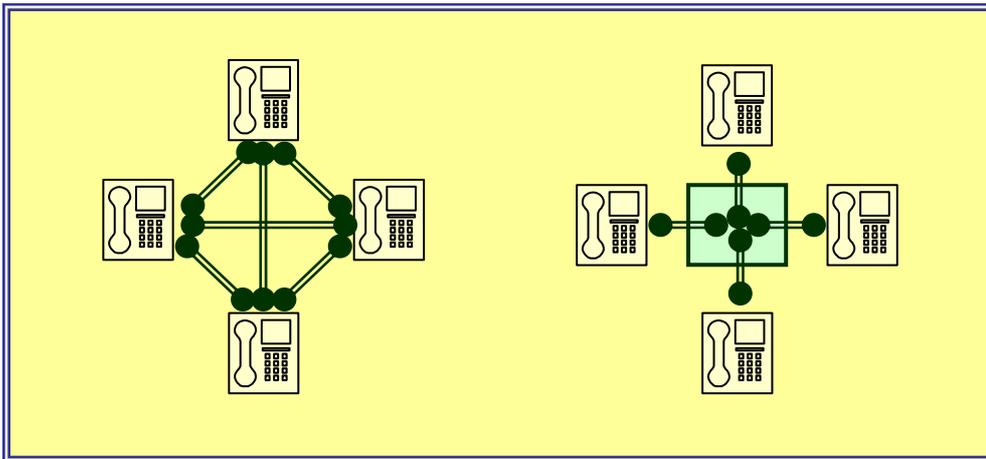
■ 참고사항

- 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: $N = n$

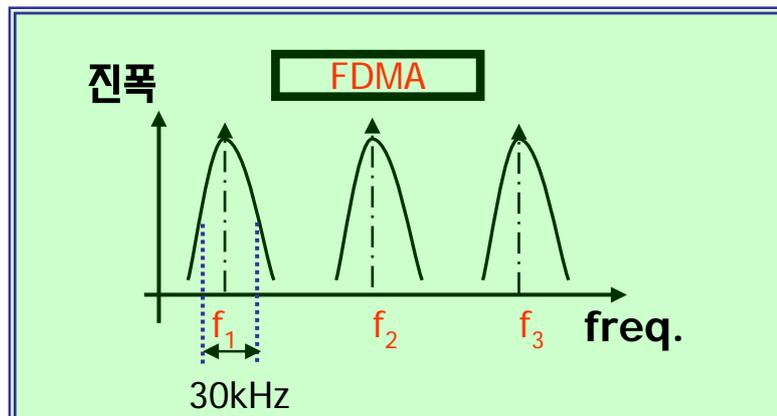
10.7 FDMA/TDMA/CDMA의 비교

- ▶ 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

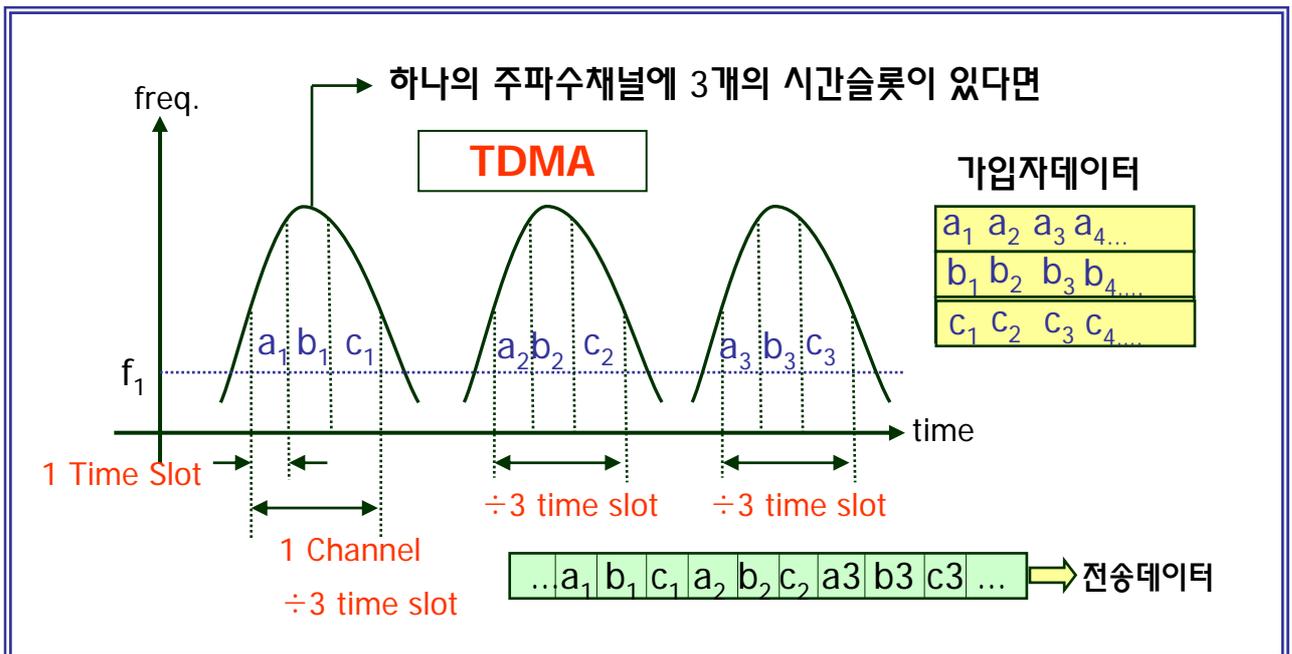


▶ ② TDMA(Time Division Multiple Access)

- 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)

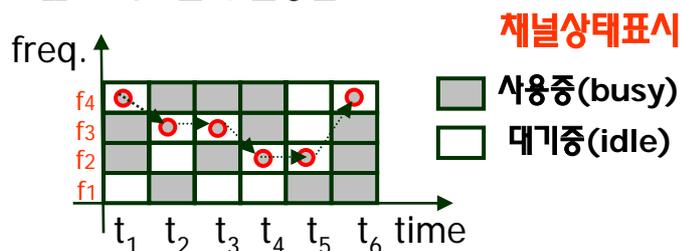
- 정보신호의 전송속도보다 속도가 빠른 의사랜덤잡음(PN: Pseudo random Noise) 코드라는 특정코드 열을 만듦
- 특정 PN 코드로 정보신호를 XOR하여 송신함
- 수신측은 송신측과 동일한 PN 코드로 수신신호를 XOR하여 PN 코드를 제거하고 원하는 정보신호만을 수신함

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

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

■ 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) 최대 전송속도가 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?