

# 6 장 신 호 변 환 기 술



버 젼 작성일 작성자 신 호 변 환 기 술



#### 학습목차

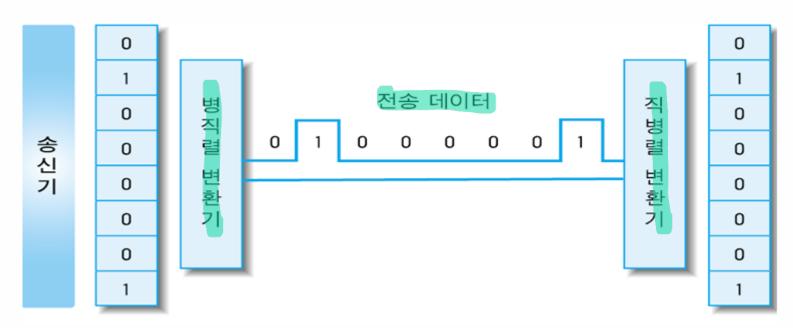
- 1. 전송방식
- 2. 베이스밴드 전송 방식
- 3. 대역 전송 방식
- 4. 펄스 전송 방식



#### 학습목표

- 일반적인 통신 시스템에서 데이터 전송 방식에 대하여 살펴본다.
- 베이스 밴드 전송 방식에 대하여 공부한다.
- 대역 전송 방식에 대하여 이해하도록 한다.
- 펄스 전송 방식에 대하여 설명한다.

- 1) 전송로 수에 따른 방식
  - 가) 직 렬 전 송
  - (1) 전 송 방 식
    - 한 번에 한 비트를 보내는 방식으로 송신 측에서는 병렬 신호를 직렬 신호로 변환하여 전송로에 전송.
    - 데이터를 연속해서 보내므로 동기화가 필요.

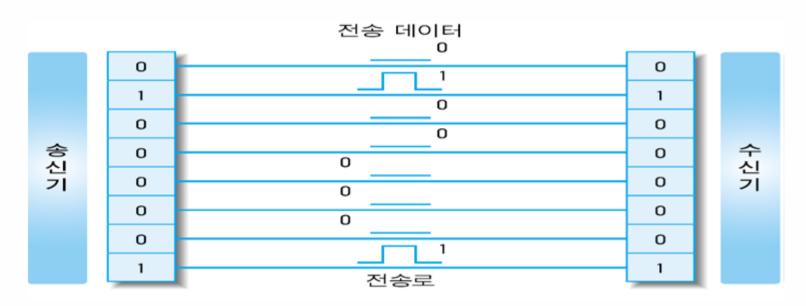


< 직 렬 전 송 방 식 >

- 1) 전송로 수에 따른 방식
  - 가) 직 렬 전 송
  - (2) 특 징
    - 원거리 전송에 적합하다.
    - 하나의 데이터 전송 회선을 사용함으로 회선 비용이 경제적이다.
    - 직 · 병렬 변환기가 필요하므로 시스템이 복잡하다.
    - 데이터 전송회선이 하나이므로 병렬전송에 비해 전송 속도가 느리다.



- 1) 전송로 수에 따른 방식
  - 나) 병 렬 전 송
  - (1) 전 송 방 식
    - ullet 동시에 다수의 회선을 통하여  $m{n}$  개의 데이터를 전송하는 방식
    - 데이터를 전송하기 위해 strobe 신호나 busy 신호를 주고받기 위한 추가 전송로 필요.



< 병 렬 전 송 방 식 >

- 1) 전송로 수에 따른 방식
  - 나) 병 렬 전 송
  - (2) 특 징
    - ◉ 비트 수만큼 통신회선이 필요하므로 통신회선 비용이 많이 든다.
    - 인터페이스 구성이 직렬 전송에 비해 단순하다.
    - 컴퓨터와 주변기기 사이의 데이터 전송, 동일 장치 및 동일 건물 내의 단거리 고속 전송에 적합하다.
    - 거리가 멀면 전송비용이 커지므로 단말장치의 연결에서는 거의 사용하지 않는다.



# 2) 동기 방식에 따른 방식

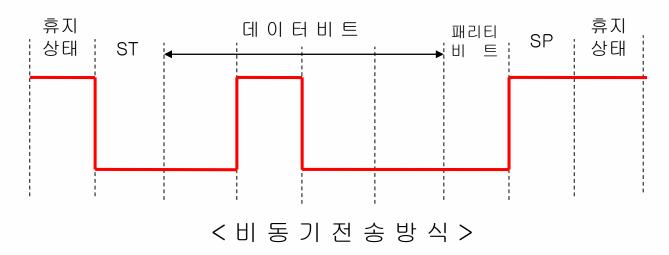




< 동기 방식에 따른 방식 >

# 2) 동기 방식에 따른 방식

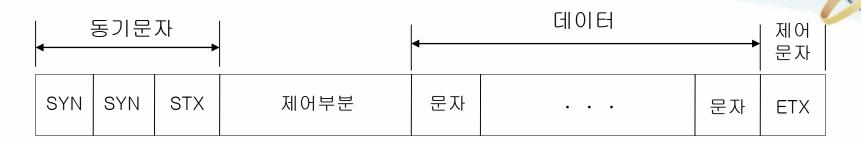
- 가) 비동기식 전송
  - (1) 전 송 방 식
    - 각 데이터(문자) 앞에 1개의 시작(Start, ST) 비트와 데이터의 맨 마지막에 임의의 정지(Stop, SP) 비트를 두어 문자와 문자를 구분한다.



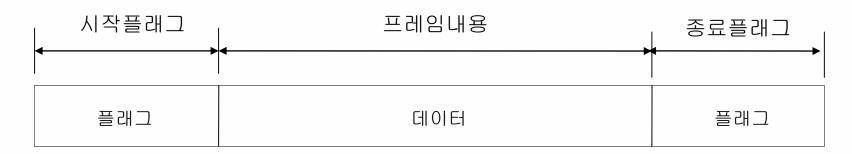
- (2) 특 징
  - 저속 데이터 전송에 사용되었지만 고속 전송에도 사용되고 있다.
  - 전송 효율이 나쁘므로 주로 단거리에 사용된다.
  - 시작비트와 정지비트로 인해서 회선의 이용효율 저하

- 2) 동기 방식에 따른 방식
  - 나) 동기식 전송
    - (1) 문자 전송 방식
      - ◉ 송수신측 사이에 미리 정해진 숫자만큼 문자열을 한꺼번에 전송
      - 반드시 동기 문자가 와야 하며, 동기 문자는 휴지 간격이 없다.
    - (2) 비트 전송 방식
      - 비트 블록의 처음과 끝을 표시하는 플래그(flag) 비트를 추가해 전송
      - HDLC(High level Data Link Level)가 대표적인 방식이며, 전송오류를 방지하기 위해 비트 스터핑(Bit Stuffing)이 수행





(a) 문자전송방식



(b) 비트전송방식

< 동기전송방식>

- 개 념
  - > 0과 1로 출력되는 직류 신호를 변조하지 않은 채 그대로 전송
  - ▶ 장거리 전송에는 적합하지 않고, 컴퓨터와 단말기 통신, 근거리 통신에 이용

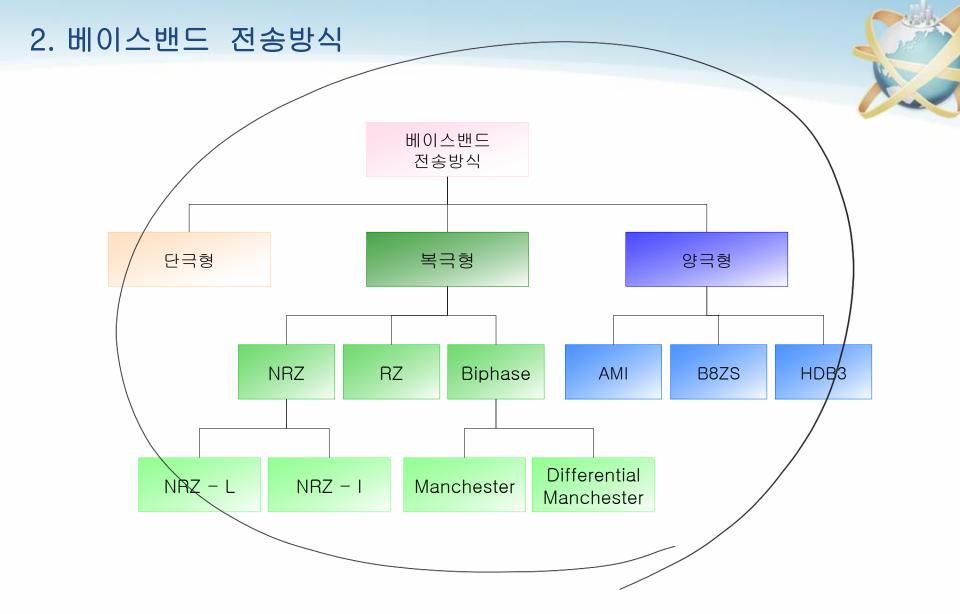
#### 1) 베이스 밴드 전송 조건

- ① 타이밍 정보가 충분히 포함되어 있어야 한다.
- ② DC 성분이 포함되지 않아야 한다.
- ③ 아주 낮은 주파수 성분과 아주 높은 주파수 성분이 제한되어 있어야 한다.
- ④ 전송 도중의 에러 검출과 교정이 가능해야 한다.
- ⑤ 전송로의 운영 상태를 감시할 수 있어야 한다.
- ⑥ 전송 부호의 효율이 양호해야 한다.
- ⑦ 구조가 복잡하지 않아야 한다.
- ⑧ 각종 장애에 강한 전송 특성을 가져야 한다.



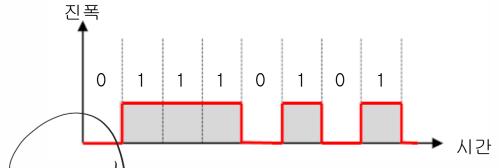
- 2) 전송 부호의 종류
  - 가) 요 구 조 건
  - 적절한 타이밍 정보
  - > 동일한 레벨의 부호가 연속되는 것을 억제하며 자기 타이밍 방식 사용
  - ◉ 에러의 검출과 정정
  - ➤ 전송로 상의 감시를 위해 에러의 검출과 정정이 용이한 부호 사용
  - 대역폭의 감소
  - ▶ 필터의 사용으로 신호의 대역폭을 감소시키는 것이 가능
  - 스펙트럼의 모양
    - 스펙트럼 모양을 전송 특성에 적합하도록 대역 압축 부호 구성 필요



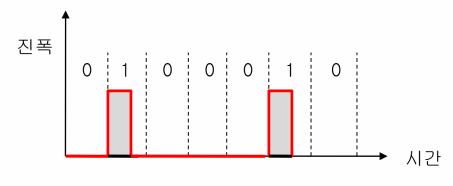


- 2) 전송 부호의 종류
  - 나) 단 극 (Unipolar) 방식
    - (1) 구 현 방 법
      - > 하나의 전압 레벨만 사용함
      - ▶ 0은 휴지 상태를 말하고 1을 나타내기 위해서 (+)나 (-) 전압 중 하나를 사용
      - 단순하고 구현 비용이 저렴하지만 직류 성분과 동기화 문제 때문에 거의 사용하지 않는다.

- (2) 종 류
- (가) 단극 NRZ(Non Return to Zero)
- 비트 간격 사이에 한 펄스를 모두 사용하도록 부호화하는 방식
- 회로가 간단하고 디지털 논리를 쉽게 표현할 수 있다.
- 잡음에 약하고 동기 능력이 부족하다.



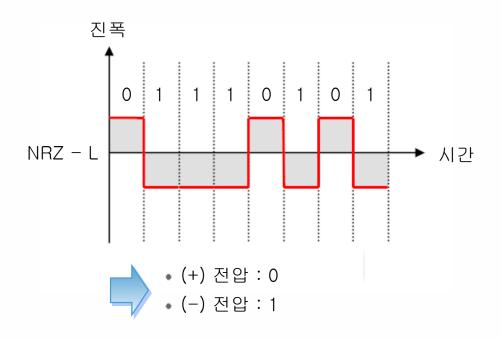
- (나) 단극 RZ(Return to Zero)
  - 비트 펄스와 다음 비트 펄스 사이에 0 전위를 일정시간 유지하도록 복귀하는 방식
  - ⑤ 회로의 구성은 간단하나 잡음에 대한 성능은 우수하지 못하며 넓은 대역폭 필요



- 나) 반 극 (Unipolar) 방식
  - (3) 문제 잠
  - ⊙ 직류성분(DC Component) 문제
    - 신호의 평균 진폭이 0이 아니기 때문에 직류성분이 발생함
    - 직류성분을 다룰 수 없는 매체는 통과 불가능
  - 동기화 문제
    - 신호가 연속된 0이나 1인 경우 신호의 변화가 없으므로, 수신 측에서 각 비트의 시작과 끝을 결정할 수 없는 문제 발생
    - 별도의 선로로 클럭 신호를 보냄으로 동기화 문제를 해결할 수 있으나, 비용이 많이 들기 때문에 사용하지 않음

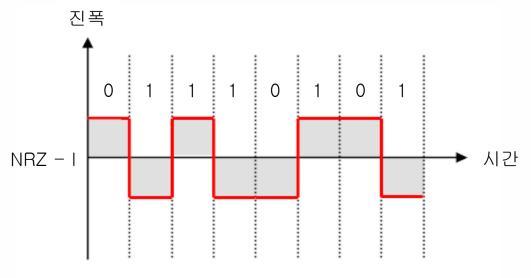


- 다) <del>7</del>성(Polar) 뱅식
  - (1) NRZ(Non Return to Zero)
  - 원신호 1과 0에 대하여 점유율 100[%]의 +1 그리고 -1을 할당하는 방식
  - 길게 연속되는 0이나 1은 채널 상에서 상태 천이를 만들어 내지 못하기 때문에 자체 클록 능력이 부족
  - ➤ 채널의 대역폭을 효율적으로 사용하기 때문에 저속 통신에 널리 사용됨 (가) NRZ - L(Non - Return to Zero Level)



다) 극성(Polar) 방식

(나) NRZ - L(Non - Return to Zero Level)





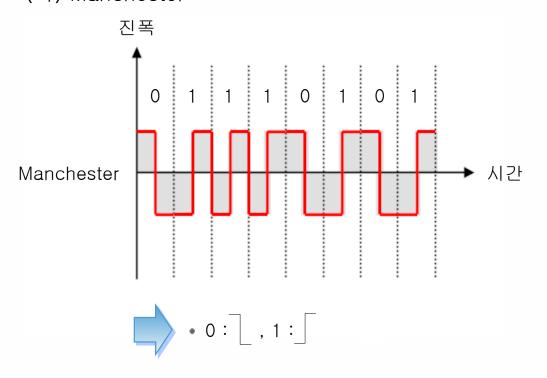
• 다음 비트가 1이 올 때, 신호 전이 발생



- 다) 극성(Polar) 방식
  - (2) RZ(Return to Zero)
    - ▶ (+), 0, (-) 3개의 전압 레벨 사용
    - > 0일 경우 (-) 전압으로 시작해서 중간에 0레벨로 복귀
    - ▶ 1일 경우 (+) 전압으로 시작해서 중간에 0레벨로 복귀
    - ▶ 하나의 비트를 부호화하기 위해서 두 번의 신호변화가 필요 → 상대적으로 많은 대역폭 사용

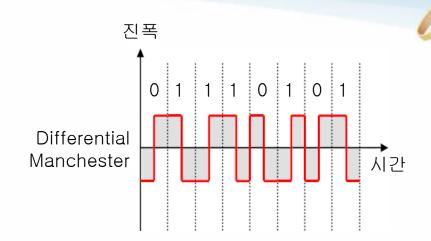


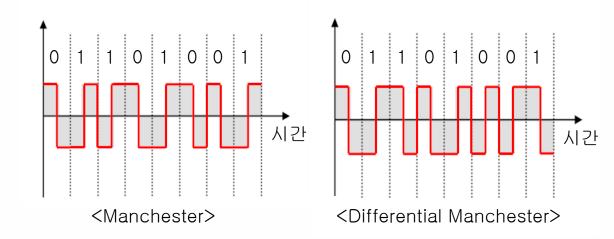
- 다) 극성(Polar) 방식
  - (3) Biphase
  - > 전압 레벨이 중간에 다른 전압 레벨로 전환됨
  - 마 비트마다 신호의 변화가 발생하므로 동기화 문제 해결(가) Manchester



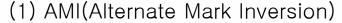


- 다) 극성(Polar) 방식
  - (3) Biphase
    - (나) Differential Manchester
      - ▶ 0인 경우 이전 패턴 유지
      - ▶ 1인 경우 패턴이 반대로 바뀜

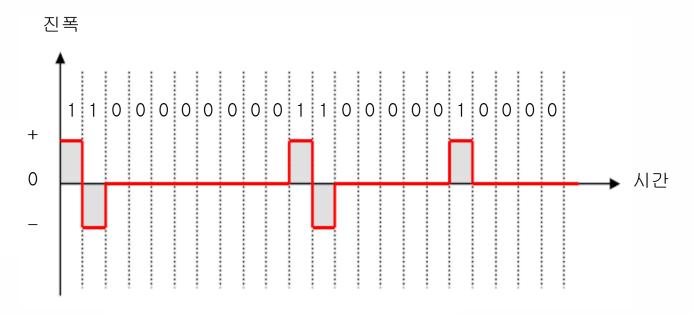




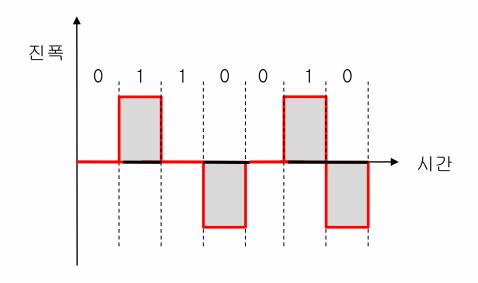
- 라) 양
  성(Bipola) 방식
  - ▶ (+), 0, (-) 3개의 전압을 사용하는 데 AMI, B8ZS 그리고 HDB3 등의 부호화 방법이 있다.



- O 전압은 0을 나타내고 (+), (-) 전압은 1을 나타냄
- 연속적인 0이 오면 동기화 문제가 발생함
- 동기화 문제를 해결하기 위해 B8ZS와 HDB3 사용



- 라) 양극성(Bipolar) 방식
  - (2) 다이코드(Dicode) 방식
    - 연속되는 입력 비트가 0에서 1로 변하면 (+) 전압, 1에서 0으로 변하면 (-) 전압이며 변화가 없으면 0 전위로 나타내는 방식
    - ▶ (+)(-)전위가 교대로 나타나 직류 성분과 저주파 성분이 감소





- 라) 양극성(Bipolar) 방식
  - B8ZS(Bipolar 8-Zero Substitution)
    - 입력된 신호에서 0 이 연속적으로 8개가 있을 때 처리방법
    - (AMI) 0000 0000 → (B8ZS) 000V B0VB 여기서, B는 AMI 규칙에 따르는 비트 (valid bipolar signal) V는 AMI 규칙을 위반한 비트 (bipolar violation)
    - 신호 바로 앞에 입력된 비트가 + 이면 + 0 0 0 0 0 0 0 → + 0 0 0 + 0 +
    - 신호 바로 앞에 입력된 비트가 이면 0 0 0 0 0 0 0 → 0 0 0 + 0 + -

## 1. 디지털 - 디지털 부호화

#### 라) 양극성(Bipolar) 방식

- > HDB3(High-Density Bipolar 3)
  - 입력된 신호에서 0 이 연속적으로 4개가 있을 때 처리방법
  - AMI(+,-,+,-)에 대한 규칙성을 위반하도록 pulse를 넣어준다.
  - 0을 대체한 1이 홀수번 대체된 경우

$$+ 0 0 0 0 \rightarrow + 0 0 0 +$$

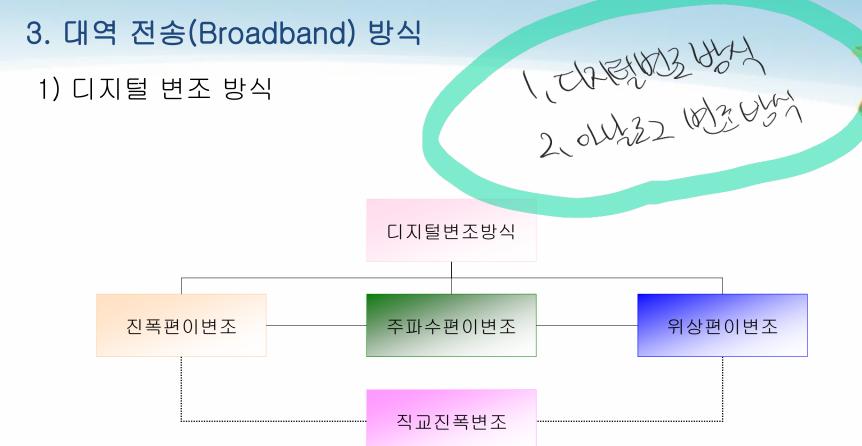
$$-\ 0\ 0\ 0\ 0\ \to -\ 0\ 0\ 0\ -$$

• 0을 대체한 1이 짝수번 대체된 경우

$$+ 0 0 0 0 \rightarrow + - 0 0 -$$

$$- 0 0 0 0 \rightarrow - + 0 0 +$$

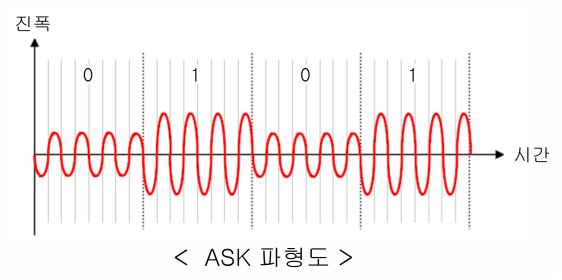




< 디지털변조방식>

- 1) 디지털 변조 방식
  - 가) ASK(Amplitude Shift Keying)
    - ▶ 진폭의 변화로만 0과 1을 표현함
    - ➤ 반송파를 On시키거나 Off시키는 방식으로 OOK(On-Off Keying)이라고도 한다.



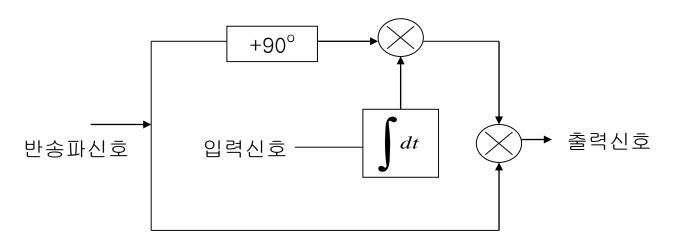


- 1) 디지털 변조 방식
  - 나) FSK(Frequency Shift Keying)
  - (1) 구 현 방 법
  - 반송파의 주파수를 높은 주파수와 낮은 주파수로 미리 정해놓은 후 데이터가 0이면 낮은 주파수를, 1이면 높은 주파수를 전송하는 방식
  - 위상이 불연속성을 갖게 되는 문제가 발생하므로 개선하기 위한 방법으로 CPFSK(Continuous Phase FSK)를 이용

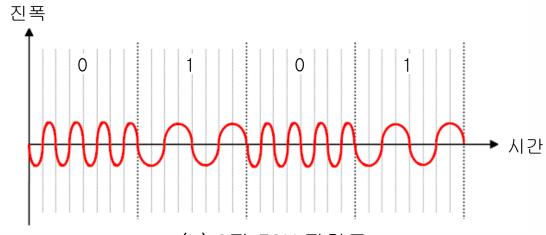
#### (2) 특 징

- ➤ FM처럼 잡음에 강하므로 S/N을 향상시키고 간섭 신호 감소
- ➤ 수신기에는 AGC(Auto Gain Control) 회로 없이도 수신된 신호의 증폭이 가능.
- 전이중 방식으로서 저속도의 모뎀의 변조방식으로 사용.





(a) 구 성 도



(b) 2진 FSK 파형도

< FSK 개념 >

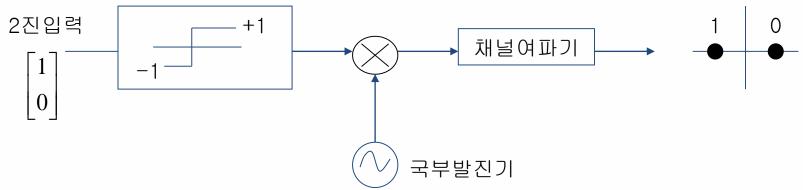
29 / 48

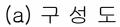
- 1) 디지털 변조 방식
  - 다) PSK(Phase Shift Keying)
  - (1) 구 현 방 법
    - ⊙ 디지털 신호(2진 데이터)의 정보 내용에 따라 반송파의 위상을 변화시키는 방식
    - $rac{1}{2}$  2진 신호를  $m{m}$ 개의 비트로 묶어서  $M=2^m$  개의 위상으로 분할시킨 위상 변조 방식을 M 진 PSK(-ary PSK)라 한다.

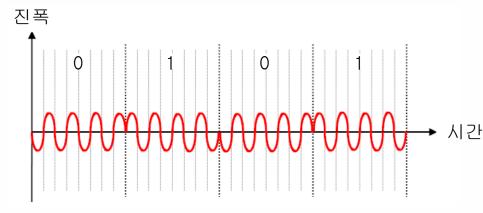
#### (2) 특 징

- > 데이터 전송에 가장 적합한 방식이며 중속이나 고속의 변복조기에 사용
- 단지 한 주파수만 사용되므로 전송파형은 전적으로 스위치에 따른다.
- 변조기 설계가 간단하다.
- 전송로 등에 의한 레벨 변동의 영향을 적게 받으며 심볼 에러 우수









(b) 2진 PSK 파형도

< PSK 개념 >

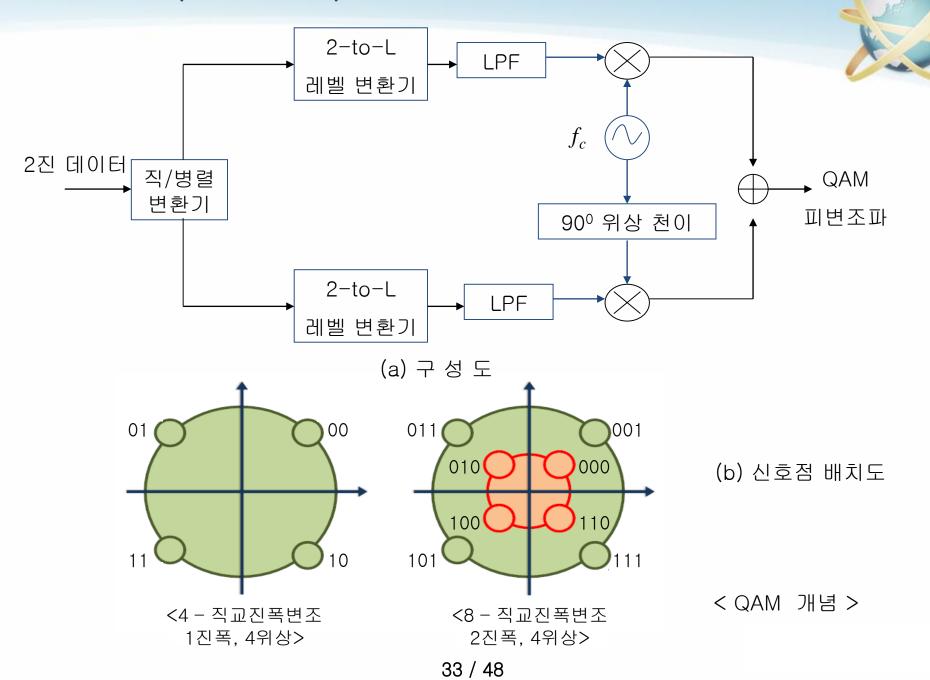
31 / 48

#### 1) 디지털 변조 방식

- 다) QAM(Quadrature Amplitude Modulation)
- (1) 구 현 방 법
- → 제한된 대역을 이용한 데이터의 전송효율을 향상시키기 위해 반송파의 진폭과 위상을 동시에 변조하는 방식
- PSK 방식에서는 I, Q 채널의 각 데이터 신호 값의 합성은 일정하기 때문에 독립적이 아니지만 QAM 방식에서는 2개의 채널이 독립
- 🧿 AM과 PSK의 결합 방식으로 APK(Amplitude Phase Keying) 방식이라고도 한다.

#### (2) 특 징

- ▶ 한정된 전송 대역 내에서 고속의 데이터 전송이 진행되는 특징 이외에 신호의 진폭・위상을 나타내는 신호점 배치가 전송로의 잡음에 대해 우수한 특징을 갖는다.
- > 고속으로 데이터를 전송할 수 있는 반면 변조회로가 복잡하다는 장점이 있다.
- LSI(대규모 집적 회로) 기술이 발달하면서 실현된 방식이다.

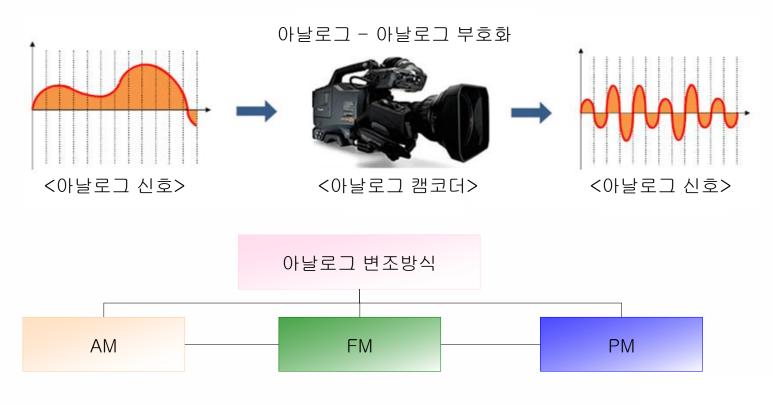


## 2) 아날로그 변조 방식

아날로그 변조방식

- > 효율적인 전송을 위해 보다 높은 반송 주파수가 필요함
- > 주파수 분할 다중화가 가능하기 위해 필요함

#### ▶ 아날로그 변조 방식



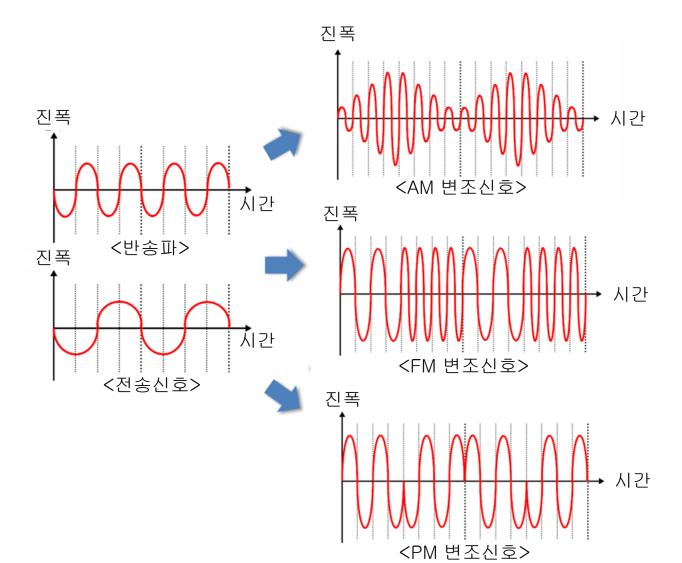
## 2) 아날로그 변조 방식

- → 진폭 변조 방식(AM)
  - ▶ 반송파의 진폭만 변조시켜서 전송함
- 증 주파수 변조 방식(FM)
  - ▶ 반송파의 주파수만 변조시켜서 전송함
- → 위상 변조 방식(PM)
  - ▶ 반송파의 위상만 변조시켜서 전송함



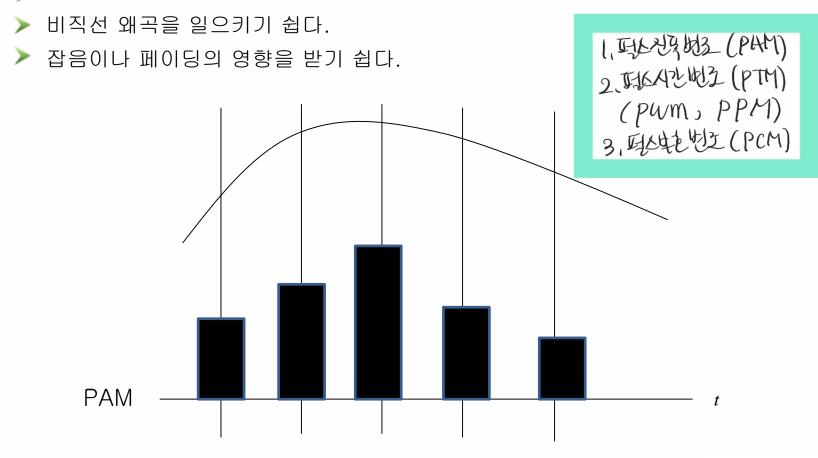


# 2) 아날로그 변조 방식





- 1) 펄스 진폭 변조(Pulse Amplitude Modulation, PAM)
  - 아날로그 변조 신호로서 주기적인 펄스의 진폭을 변화시키는 방서
  - 증 특 징
    - 변조 및 복조회로가 간단하다. 주파수 대역폭을 좁힐 수 있다.

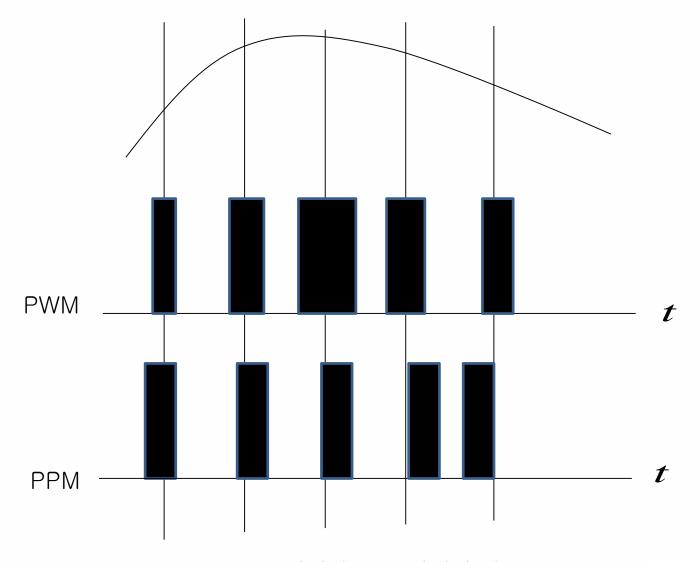


- 2) 펄스 시간 변조(Pulse Time Modulation, PTM)
  - 가) 펄스 폭 변조(Pulse Width Modulation, PWM)
    - ⊙ 변조 신호의 레벨에 맞추어서 펄스의 폭을 변화시키는 방식
    - 수신 측에서 리미터(limiter)를 사용하므로 잡음이나 페이딩의 영향 제거
    - 징
      - ➤ PAM보다 S/N 비가 크다.
      - ➤ PPM보다 전력 부하의 변동이 크기 때문에 가장 큰 펄스폭을 다루는 데 충분한 출력용량 필요
  - 나) 펄스 위치 변조(Pulse Position Modulation, PPM)
    - 변조 신호 레벨에 따라서 펄스의 위치를 변화시키는 방식
    - ◉ 특 징
      - 변복조 장치가 가장 안정하다.
      - PAM 및 PWM에 비해 S/N 비가 크다.
      - PWM에 비해 소요 전력이 크다.
      - 입력 S/N이 작으면 증폭기의 출력 S/N 비 급격히 저하한다.



2) 펄스 시간 변조(Pulse Time Modulation, PTM)





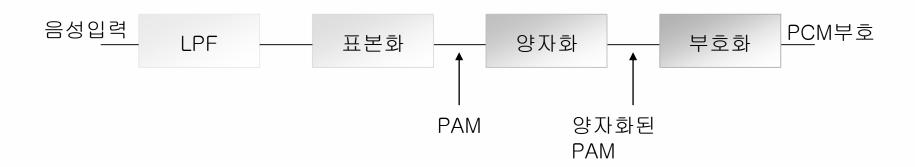
< PWM 방식과 PPM 방식의 비교 >

3) 펄스 부호 변조(Pulse Code Modulation, PCM)



정 의

FDM의 단점(높은 필터 소요 비용, 재생 중계 불가)을 해결하기 위해 개발된 음성 디지털 부호화 방식





- 3) 펄스 부호 변조(Pulse Code Modulation, PCM)
- 가) 변 조 단 계
- (1) 표본화(Sampling)

표본화 정리

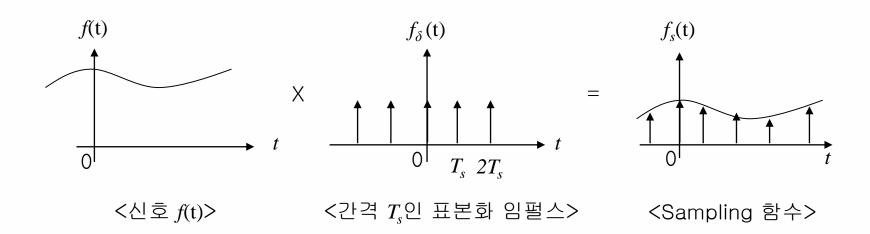
신호가 갖는 최고 주파수를  $f_m$ 이라고 할 때,  $T_s$ 이하의 균등한 시간 간격으로 표본화하여 전송하여도, 연속적으로 전송할 경우와 동일한 효과를 얻게 되는 것

 $\rightarrow$  표본화 간격  $T_s$ 의 조건

$$T_s \le \frac{1}{2f_m} \quad (f_s \ge 2f_m)$$
 $(2f_m: \text{Nyquist 주파수})$ 

## (1) 표본화(Sampling)

ightharpoonup 시간 영역에서 신호  $f(\mathbf{t})$ 에 시간 간격  $T_s$ 인 표본화 임펄스  $f_\delta(\mathbf{t})$ 를 곱하면 Sampling 함수  $f_s(\mathbf{t})$ 를 얻을 수 있음

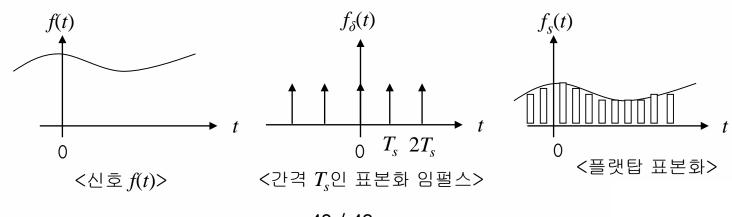


#### (1) 표 본 화

- 플랫 탑 표본화(Flat Top Sampling)
  - ➤ 임펄스를 이용해서 표본화를 행하고 유지 회로(Hold Circuit)를 통해 일정한 시간을 다시 유지한 후에 표본화된 신호를 부호화하는 방법
  - > Aperture Effect
    - 아날로그 신호를 표본화하여 얻은 펄스가 시간폭을 가지기 때문에 원신호가 일그러지는 것
    - 일그러짐을 선형 일그러짐이라고 부르며, 적절한 선형 필터를 사용하여 보장할 수 있음
    - Hold 회로 구성도



● 플랫 탑 표본화 과정



### (2) 양자화(Quantization)



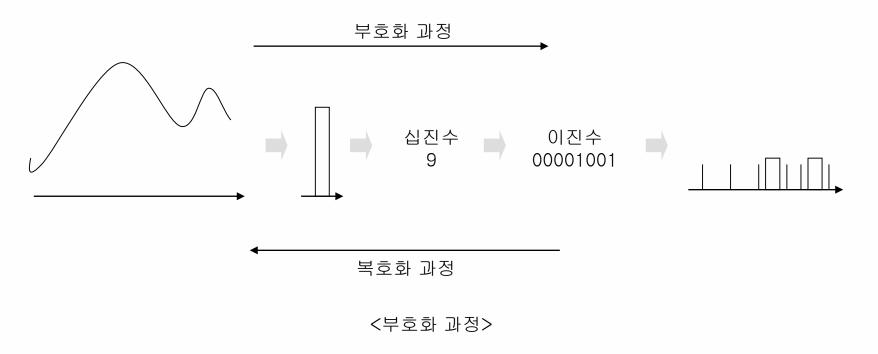
- > 순시 진폭 값을 설정된 이산적인 신호로 변환하는 것
- ➤ 아날로그 신호를 PAM으로 변환하는 과정
- ➤ 표본화 단계를 거친 PAM의 진폭을 디지털양으로 변환하기 위하여 계단 모양의 근사파형으로 만듬
- ▶ 예측기의 사용 여부에 따른 구분 방법
  - 예측 양자화 : 예측기를 통해 예측된 값과 양자화기에서 입력되는 순시 진폭 값과의 차이만을 양자화하는 방법 → DPCM. DM
  - 비예측 양자화 : 예측기를 사용하지 않고 입력되는 순시 진폭값 크기 자체를 양자화하는 방법 → PCM



## (3) 부호화(Encoding)



- ➤ 표본화된 PAM 펄스의 크기를 유무(1,0)로 표시되는 2진 부호의 조합으로 변환함
- > 오차가 적은 그레이 부호로 나타냄



# 요 약

- 1. 직렬 방식에서는 매 클록 펄스마다 하나의 비트를 보내는 반면, 병렬 방식에서는 여러 개의 비트들이 클록 주기마다 동시에 보냄으로서 전송 효율을 개선할 수 있다.
- 2. 데이터를 전송할 때 수신 측에서는 동기정보를 얻는 방법으로 비동기식과 동기식 전송 방법이 있다.
- 3. 비동기식 전송에서는 각 데이터(문자) 앞에 1개의 시작(Start, ST) 비트와 데이터의 맨 마지막에 임의의 정지(Stop, SP) 비트를 두어 문자와 문자를 구분한다.
- 4. 문자 전송의 동기 방식에서 데이터 묶음의 앞쪽에는 반드시 동기 문자가 와야 하며, 동기 문자는 휴지 간격이 없다.
- 5. 비트 전송의 동기 방식은 데이터를 문자가 아닌 블록 단위(프레임)로 전송하는데 전송 단위를 일련의 비트 묶음으로 보고, 비트 블록의 처음과 끝을 표시하는 플래그(flag) 비트를 추가해 전송한다.
- 6. 단극 방식은 전압의 극성 중 한쪽으로만 구성된 파형으로서 0은 휴지(idle) 상태를 말하며 1을 나타내기 위해서 (+)나 (-) 펄스 중 하나를 사용한다.

# 요 약

- 7. 극성(Polar) 방식은 1과 0을 (+)과 (-) 펄스에 대응시키는 방법으로 단극 방식보다 파형 왜곡의 영향이 적으며, 저속도 전송의 표준 방식으로 사용된다.
- 8. NRZ-I(Non Return to Zero Inverted)는 NRZ 신호를 디지털 신호가 0이면 앞 위상과 그대로, 디지털 신호가 1이면 앞 위상과 180[<sup>0</sup>] 반전시키는 방식이다.
- 9. 맨체스타 부호 방식의 구현 방법은 비트 구간 의 왼쪽 구간에 대하여점유율 50[%]의 1을 할당하여 디지털 신호 1로 정하고 비트 구간 의오른쪽 구간에 대하여점유율 50[%]의 1을 할당하여디지털 신호 1로정한다.
- 10. AMI(Alternate Mark Inversion)은 입력 신호의 0에 대해서는 펄스를 전송하지 않으나 1에 대해서는 한 주기 동안에 (+)에서 (-)로 펄스가 이동하도록 하는 방식으로 파형의 평균값은 0이다.
- 11. 베이스밴드의 주파수 스펙트럼을 별도의 음성 대역으로 전환할 때사용하는 대역 내의 주파수를 반송파(carrier)라고 한다.
- 12. FSK 방식은 반송파의 주파수를 높은 주파수와 낮은 주파수로 미리 정해놓은 후 데이터가 0이면 낮은 주파수를, 1이면 높은 주파수를 전송한<u>다</u>

# 요 약

- 13. PSK 방식은 디지털 신호(2진 데이터)의 정보 내용에 따라 반송파의 위상을 변화시키는 방식이다.
- 14. QAM 방식은 제한된 전송 대역을 이용한 데이터의 전송효율을 향상시키기 위해 반송파의 진폭과 위상을 동시에 변조하는 방식이다.
- 15. 아날로그 정보를 아날로그 신호로 변환하는 방식을 아날로그 변조 방식이라고 하는데 AM, FM, 그리고 PM 방식이 있다.
- 16. 펄스 전송 방식은 표본을 추출할 때 펄스의 변조방법(진폭, 넓이(폭), 위치 및 부호)에 따라 PAM(Pulse Amplitude Modulation), PWM(Pulse Width Modulation), PPM(Pulse Position Modulation), 그리고 PCM(Pulse Code Modulation) 등이 있다.
- 17. PCM(Pulse Code Modulation)은 전송할 신호를 이산적인 PAM의 값으로 변조하여 이를 2진 비트로 대응시켜 비트 열(Bit Stream)로 부호화하는 방식이다.