



6 장 신호 변환 기술





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. 전송 방식

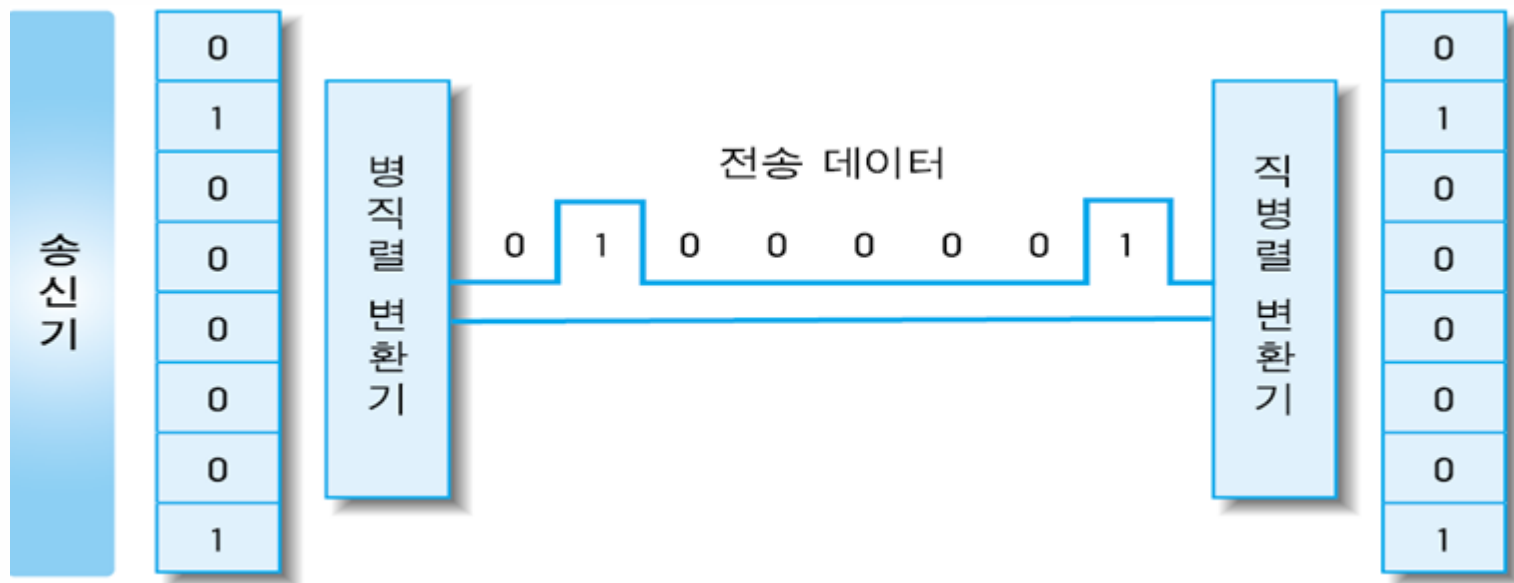


1) 전송로 수에 따른 방식

가) 직렬 전송

(1) 전송 방식

- 한 번에 한 비트를 보내는 방식으로 송신 측에서는 병렬 신호를 직렬 신호로 변환하여 전송로에 전송.
- 데이터를 연속해서 보내므로 동기화가 필요.



< 직렬 전송 방식 >

1. 전송 방식



1) 전송로 수에 따른 방식

가) 직렬 전송

(2) 특징

- 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. 전송 방식

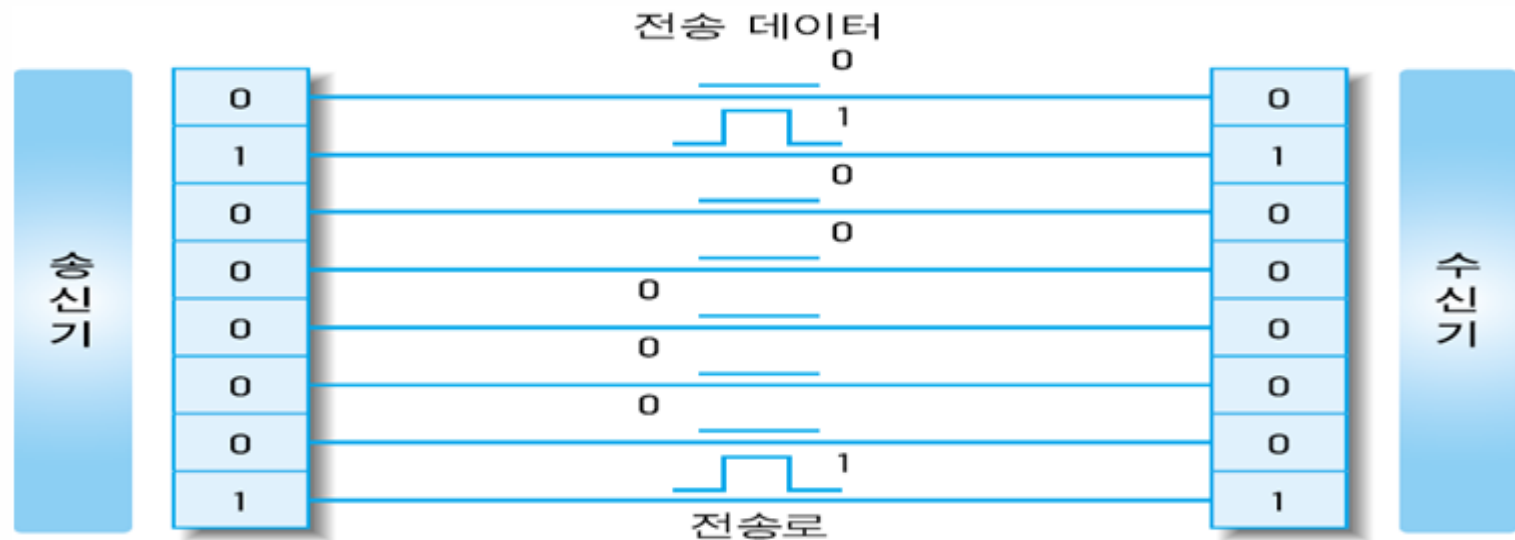


1) 전송로 수에 따른 방식

나) 병렬 전송

(1) 전송 방식

- 동시에 다수의 회선을 통하여 n 개의 데이터를 전송하는 방식
- 데이터를 전송하기 위해 strobe 신호나 busy 신호를 주고받기 위한 추가 전송로 필요.



< 병렬 전송 방식 >

1. 전 송 방 식

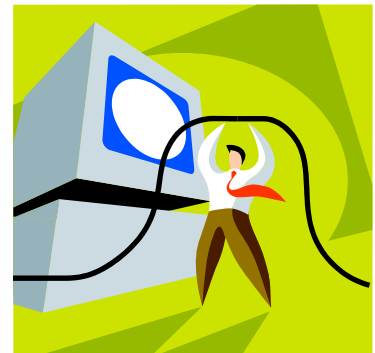


1) 전송로 수에 따른 방식

나) 병렬 전송

(2) 특징

- 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.



1. 전송 방식



2) 동기 방식에 따른 방식



< 동기 방식에 따른 방식 >

1. 전송 방식

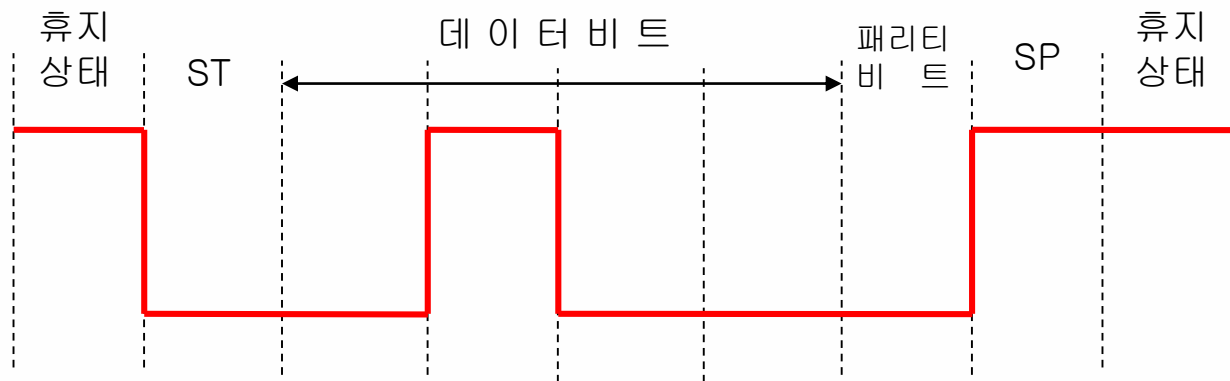


2) 동기 방식에 따른 방식

가) 비동기식 전송

(1) 전송 방식

- ➔ 각 데이터(문자) 앞에 1개의 시작(Start, ST) 비트와 데이터의 맨 마지막에 임의의 정지(Stop, SP) 비트를 두어 문자와 문자를 구분한다.



< 비 동기 전송 방식 >

(2) 특징

- ➔ 저속 데이터 전송에 사용되었지만 고속 전송에도 사용되고 있다.
- ➔ 전송 효율이 나쁘므로 주로 단거리에 사용된다.
- ➔ 시작비트와 정지비트로 인해서 회선의 이용효율 저하

1. 전송 방식



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

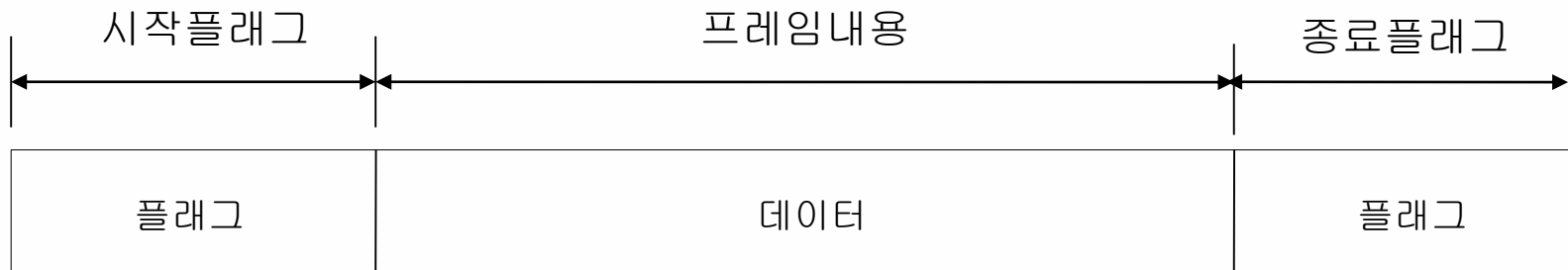
- 비트 블록의 처음과 끝을 표시하는 플래그(flag) 비트를 추가해 전송
- HDLC(High level Data Link Level)가 대표적인 방식이며, 전송오류를 방지하기 위해 비트 스템핑(Bit Stuffing)이 수행



1. 전송 방식



(a) 문자전송방식



(b) 비트전송방식

< 동기 전송 방식 >

2. 베이스밴드 전송방식



→ 개념

- 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. 베이스밴드 전송방식

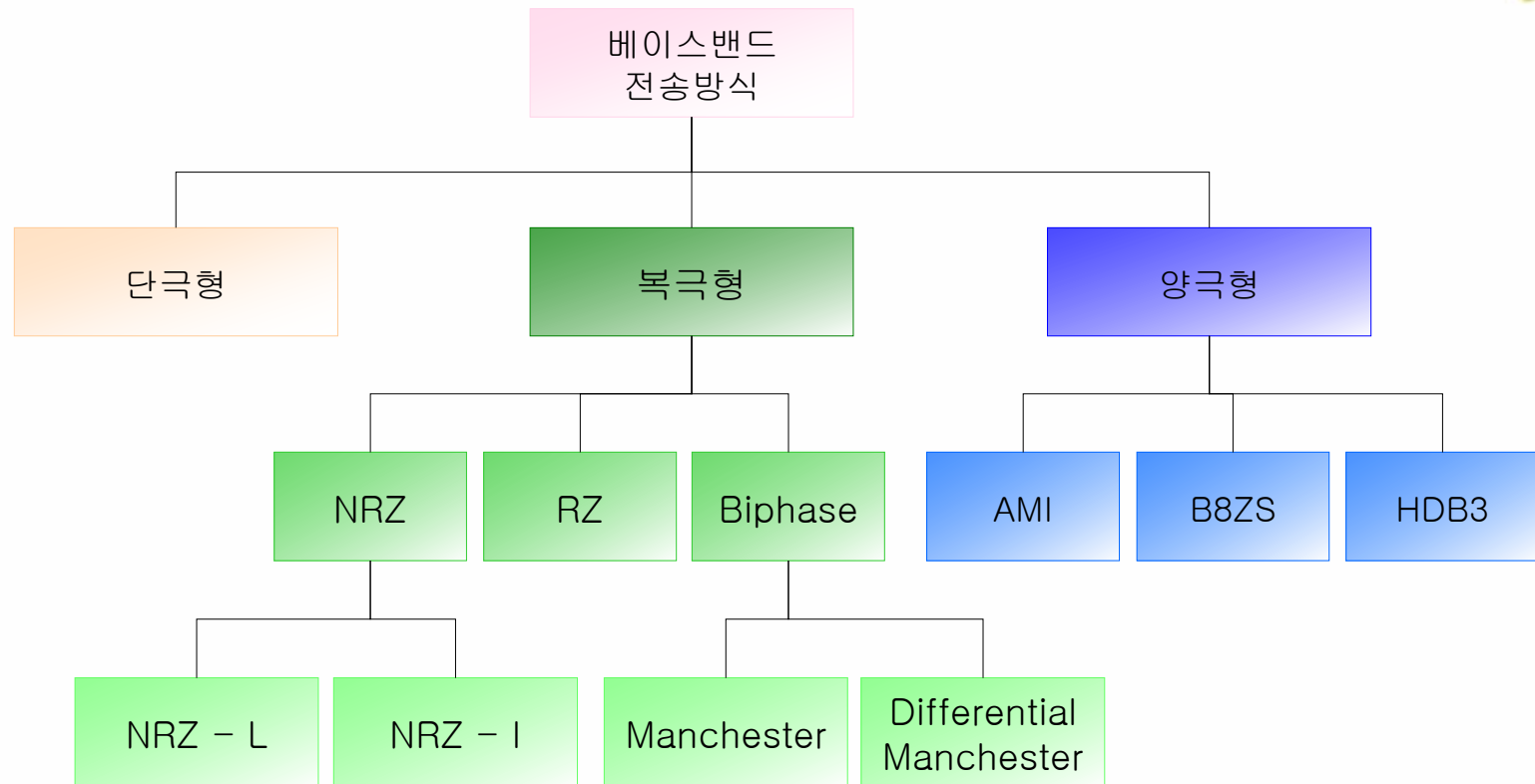


2) 전송 부호의 종류

가) 요구 조건

- ➔ 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. 베이스밴드 전송방식



2. 베이스밴드 전송방식



2) 전송 부호의 종류

나) 단 극 (Unipolar) 방식

(1) 구현 방법

- 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.

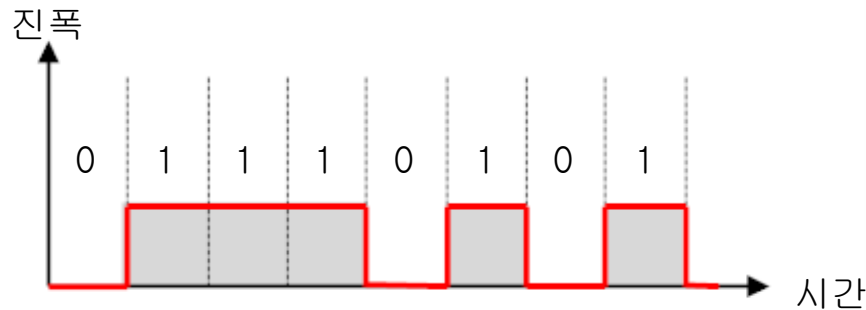
2. 베이스밴드 전송방식



(2) 종 류

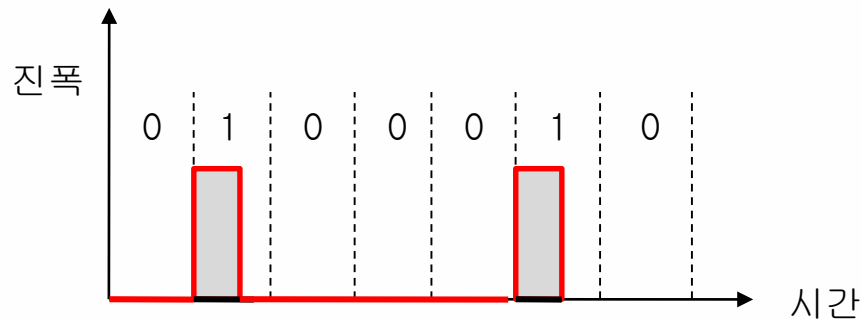
(가) 단극 NRZ(Non Return to Zero)

- 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
- 회로의 구성은 간단하나 잡음에 대한 성능은 우수하지 못하며 넓은 대역폭 필요



2. 베이스밴드 전송방식



나) 단 극 (Unipolar) 방식

(3) 문제점

→ 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

2. 베이스밴드 전송방식

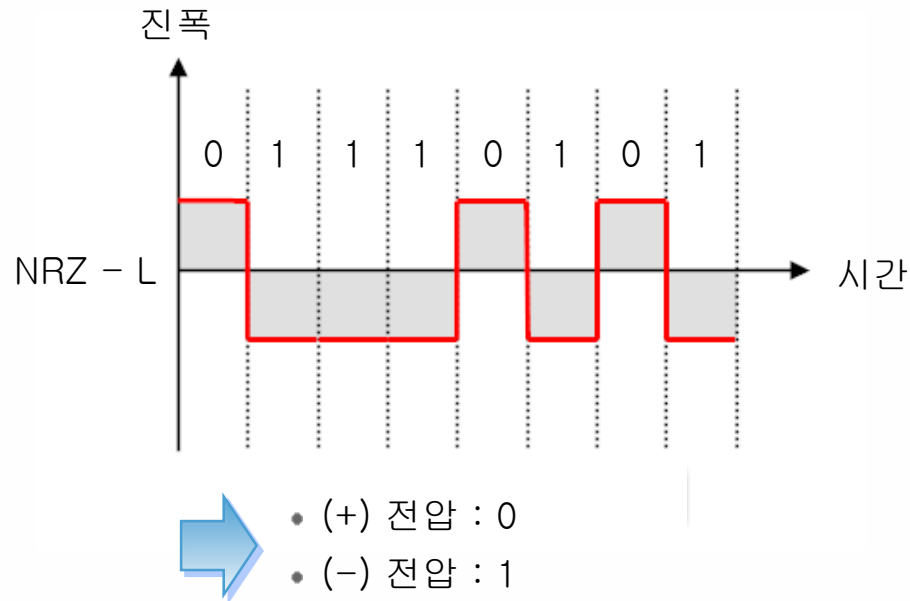


다) 극성(Polar) 방식

(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 전이를 만들어 내지 못하기 때문에 자체 클럭 능력이 부족
- 채널의 대역폭을 효율적으로 사용하기 때문에 저속 통신에 널리 사용됨

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

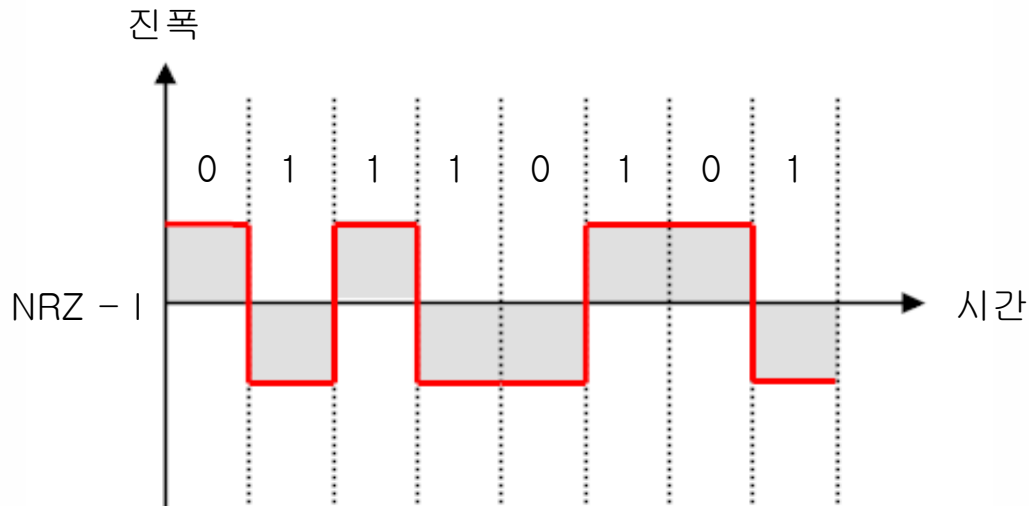


2. 베이스밴드 전송방식



다) 극성(Polar) 방식

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



- 다음 비트가 1이 올 때, 신호 전이 발생

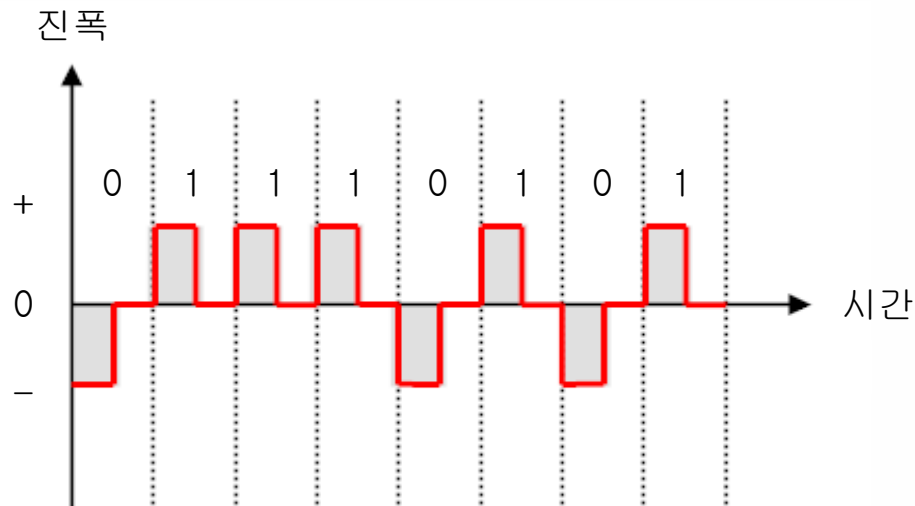
2. 베이스밴드 전송방식



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



- 동기화를 위해 각 비트마다 신호의 전이 발생

2. 베이스밴드 전송방식

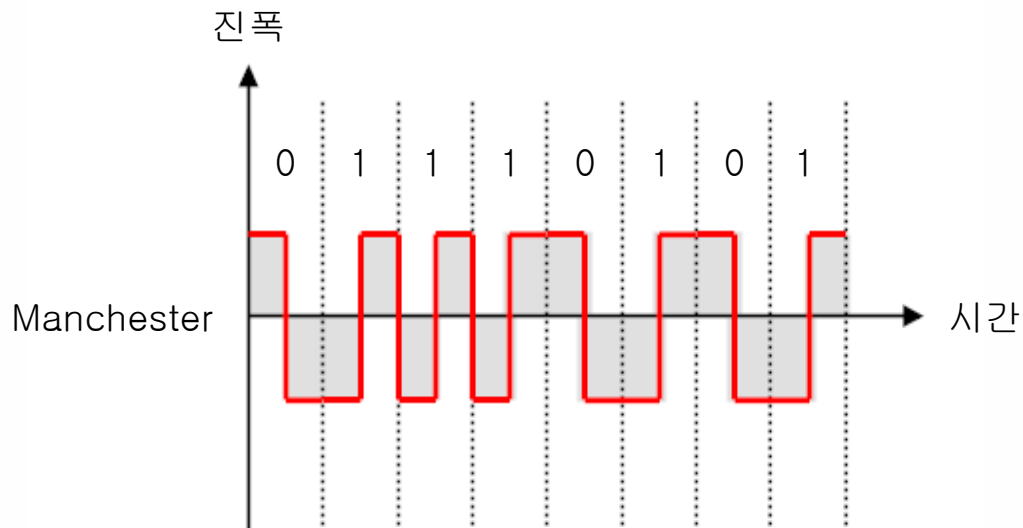


다) 극성(Polar) 방식

(3) Biphase

- 전압 레벨이 중간에 다른 전압 레벨로 전환됨
- 매 비트마다 신호의 변화가 발생하므로 동기화 문제 해결

(가) Manchester



➡ • 0 : $\left[\right]$, 1 : $\left[\right]$

2. 베이스밴드 전송방식

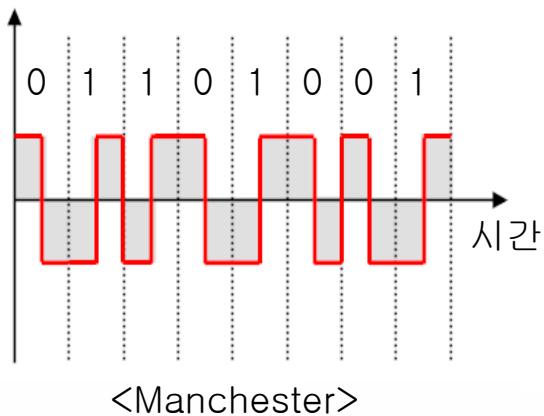
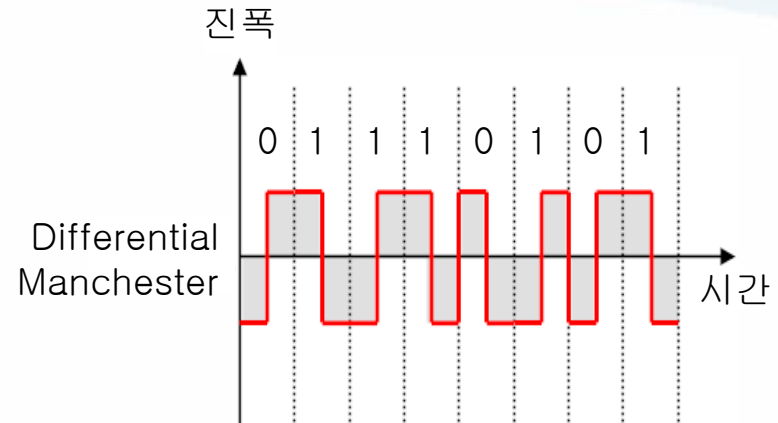


다) 극성(Polar) 방식

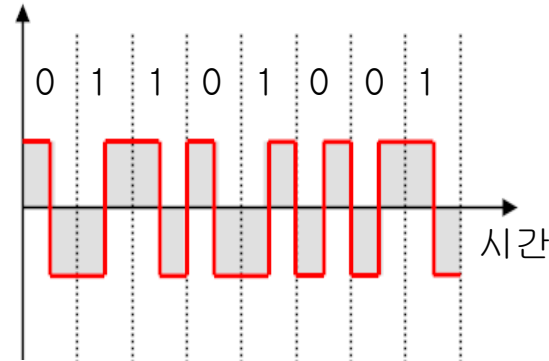
(3) Biphase

(나) Differential Manchester

- 0인 경우 이전 패턴 유지
- 1인 경우 패턴이 반대로 바뀜



<Manchester>



<Differential Manchester>

2. 베이스밴드 전송방식

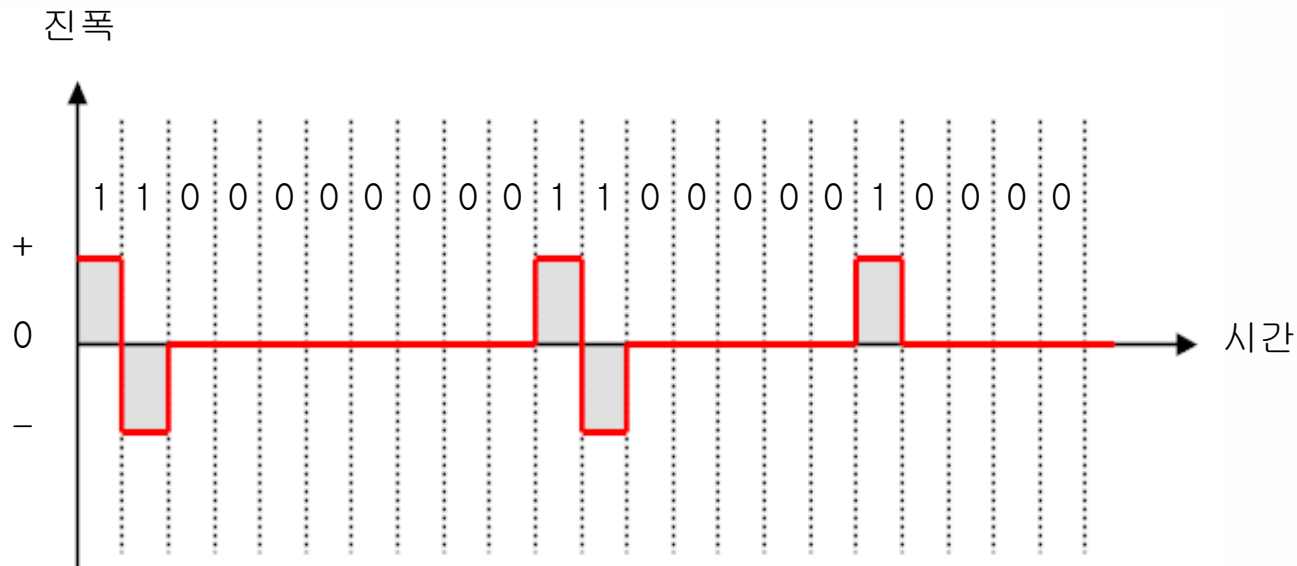


라) 양극성(Bipolar) 방식

- (+), 0, (-) 3개의 전압을 사용하는 데 AMI, B8ZS 그리고 HDB3 등의 부호화 방법이 있다.

(1) AMI(Alternate Mark Inversion)

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



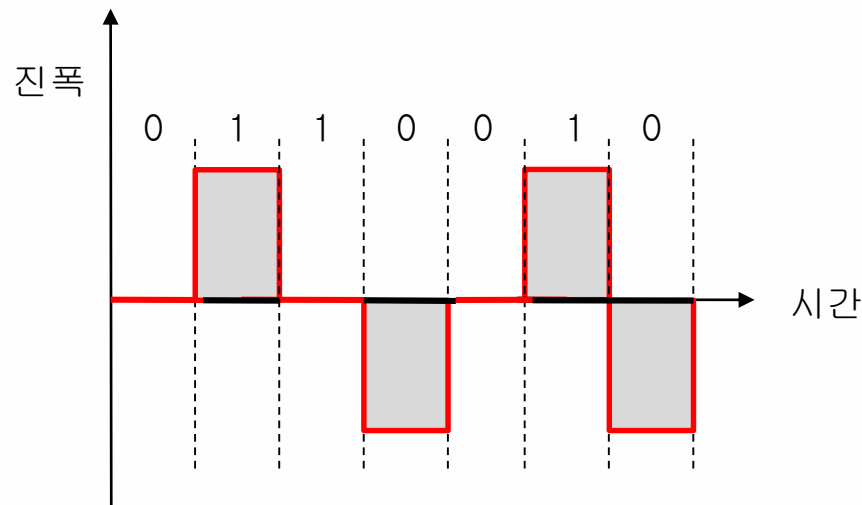
2. 베이스밴드 전송방식



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



2. 베이스밴드 전송방식



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 + - 0 - +
- 신호 바로 앞에 입력된 비트가 - 이면 - 0 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 → + 0 0 0 +

- 0 0 0 0 → - 0 0 0 -

- 0을 대체한 1이 짝수번 대체된 경우

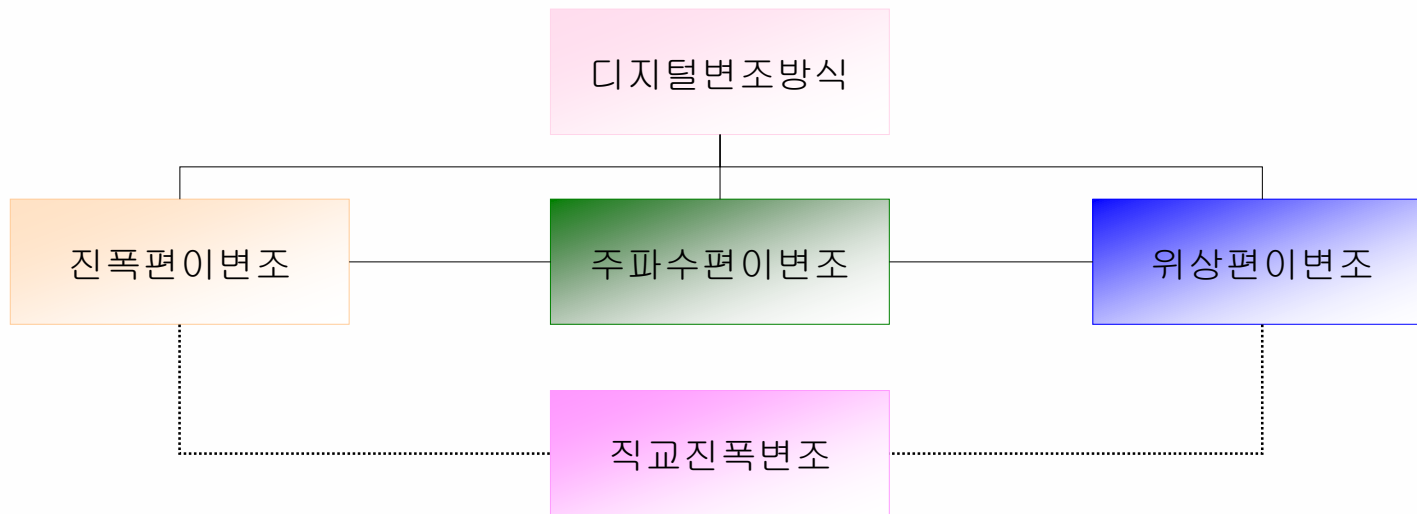
+ 0 0 0 0 → + - 0 0 -

- 0 0 0 0 → - + 0 0 +

3. 대역 전송(Broadband) 방식



1) 디지털 변조 방식



< 디지털 변 조 방 식 >

3. 대역 전송(Broadband) 방식



1) 디지털 변조 방식

가) ASK(Amplitude Shift Keying)

- 진폭의 변화로만 0과 1을 표현함
- 반송파를 On시키거나 Off시키는 방식으로 OOK(On-Off Keying)이라고도 한다.

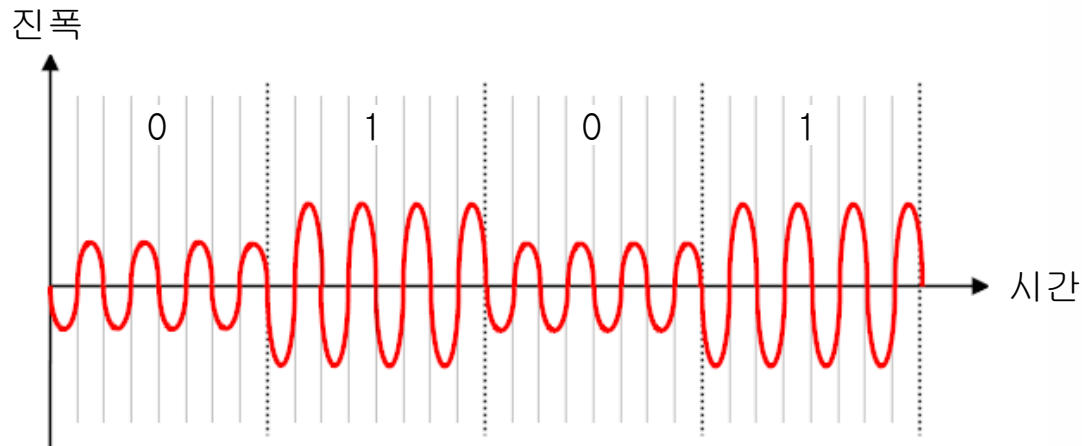
장점

- 회로 구성이 간단하고 가격이 저렴함

vs.

단점

- 잡음이나 신호의 변화에 약함



< ASK 파형도 >

3. 대역 전송(Broadband) 방식



1) 디지털 변조 방식

나) FSK(Frequency Shift Keying)

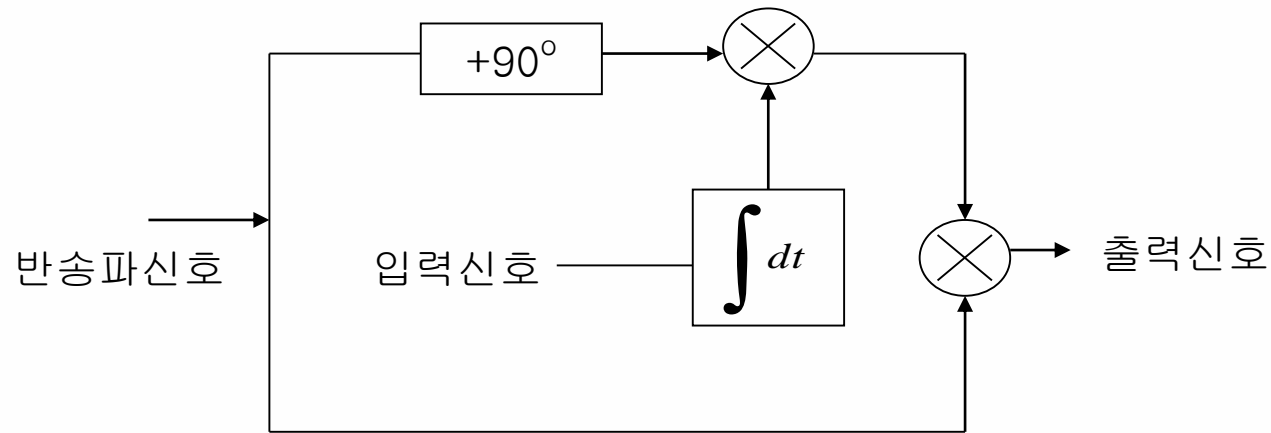
(1) 구현 방법

- ➔ 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

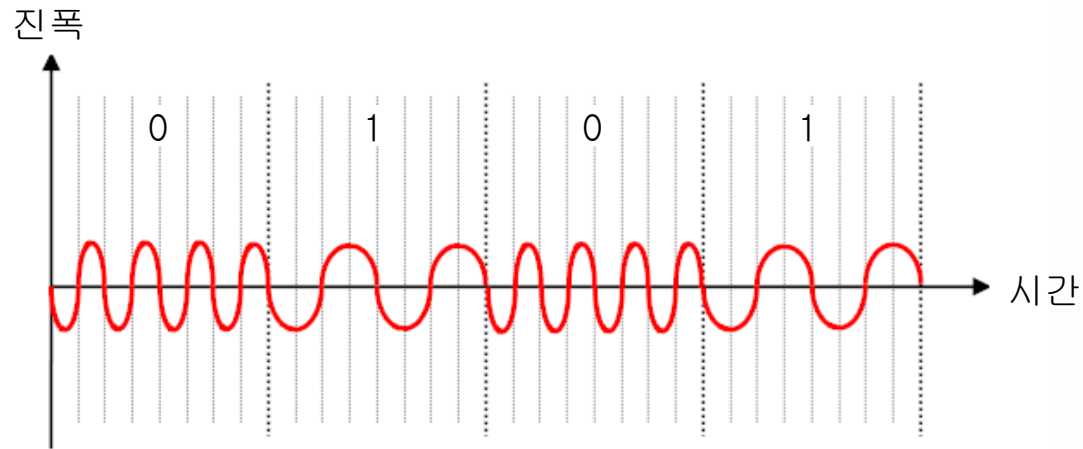
(2) 특징

- 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.

3. 대역 전송(Broadband) 방식



(a) 구성도



(b) 2진 FSK 파형도

< FSK 개념 >

3. 대역 전송(Broadband) 방식



1) 디지털 변조 방식

다) PSK(Phase Shift Keying)

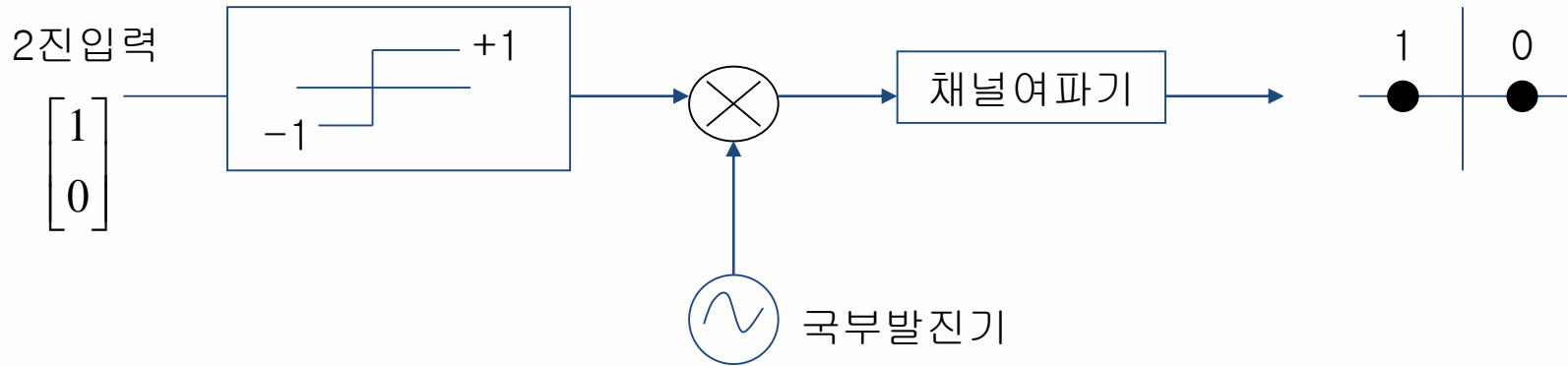
(1) 구현 방법

- ➔ 디지털 신호(2진 데이터)의 정보 내용에 따라 반송파의 위상을 변화시키는 방식
- ➔ 2진 신호를 m 개의 비트로 묶어서 $M = 2^m$ 개의 위상으로 분할시킨 위상 변조 방식을 M 진 PSK(M -ary PSK)라 한다.

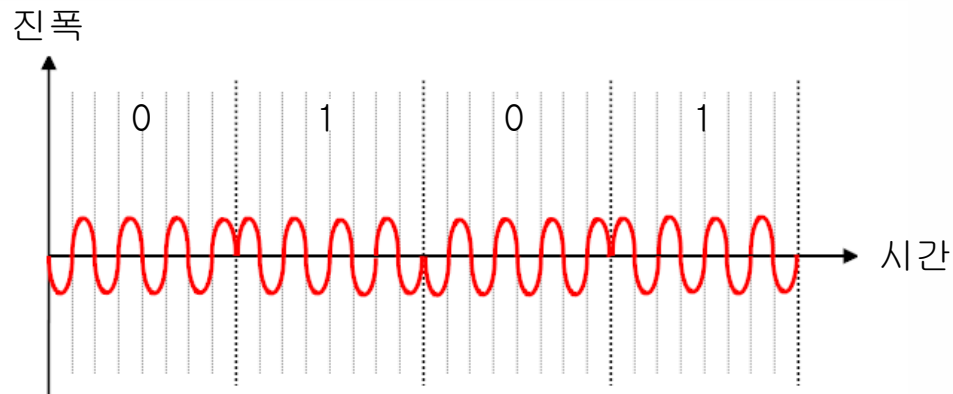
(2) 특징

- 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

3. 대역 전송(Broadband) 방식



(a) 구성도



(b) 2진 PSK 파형도

< PSK 개념 >

3. 대역 전송(Broadband) 방식



1) 디지털 변조 방식

다) QAM(Quadrature Amplitude Modulation)

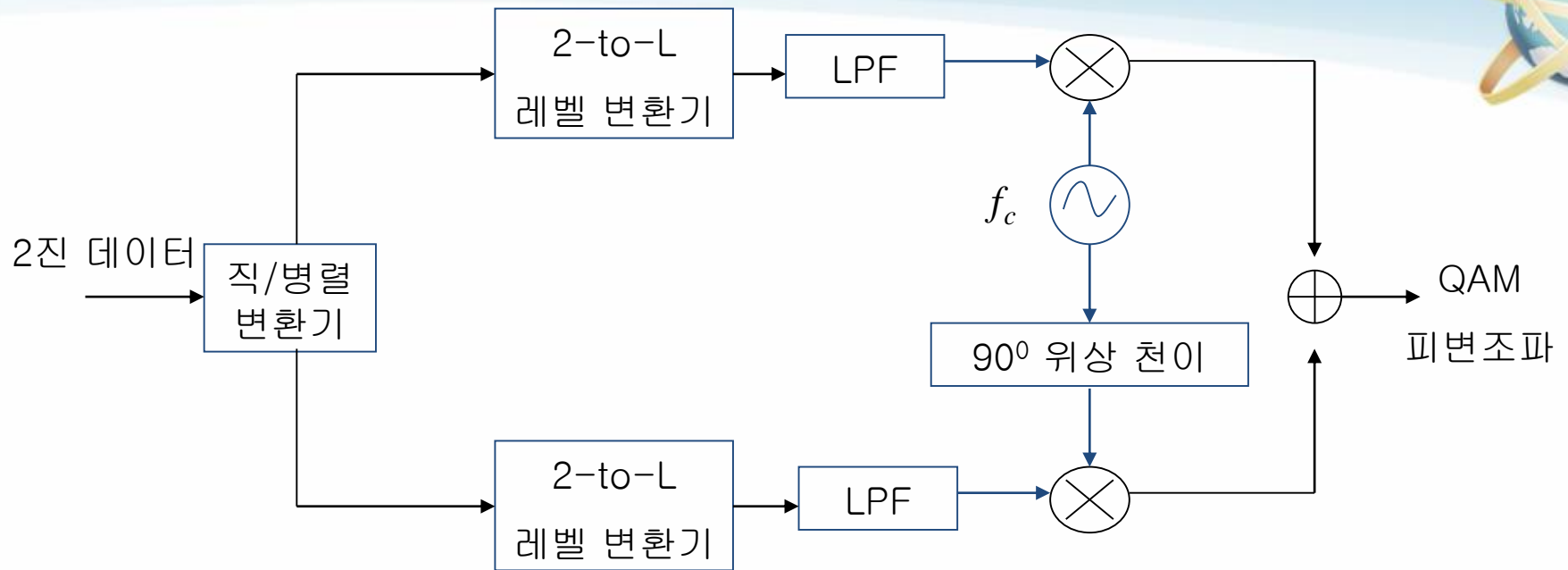
(1) 구현 방법

- ➔ 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.

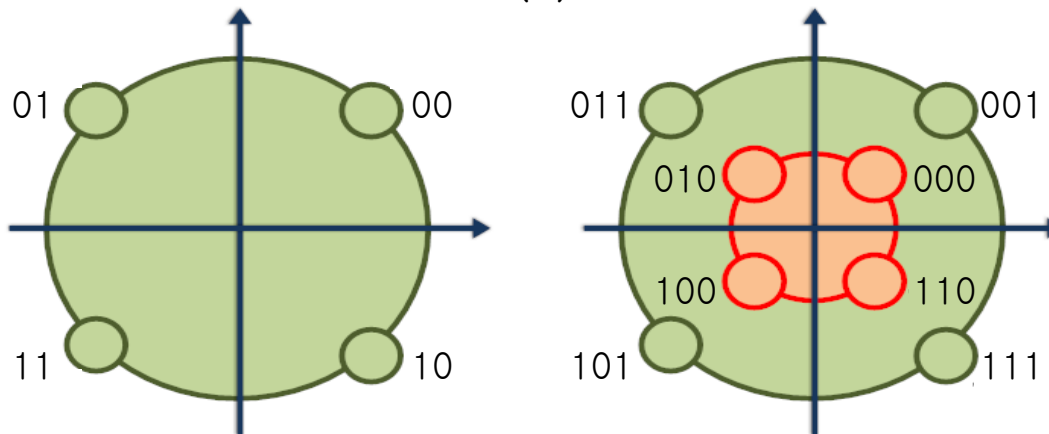
(2) 특징

- 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.

3. 대역 전송(Broadband) 방식



(a) 구성도



<4 - 직교진폭변조
1진폭, 4위상>

<8 - 직교진폭변조
2진폭, 4위상>

(b) 신호점 배치도

< QAM 개념 >

3. 대역 전송(Broadband) 방식

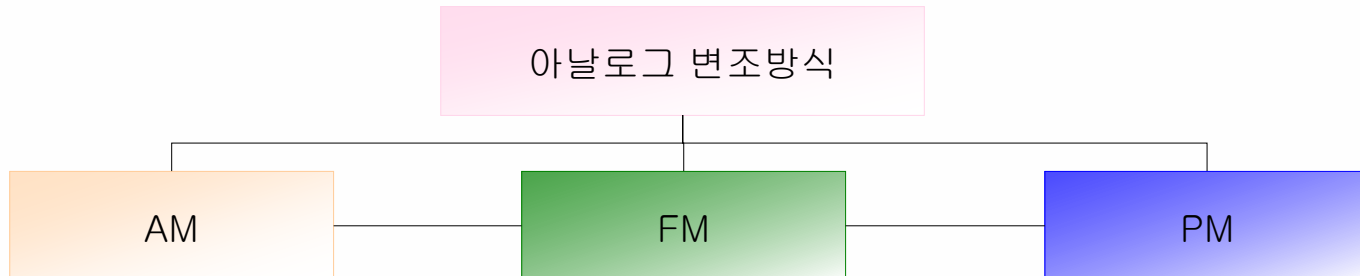


2) 아날로그 변조 방식

아날로그
변조방식

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

➤ 아날로그 변조 방식



3. 대역 전송(Broadband) 방식



2) 아날로그 변조 방식

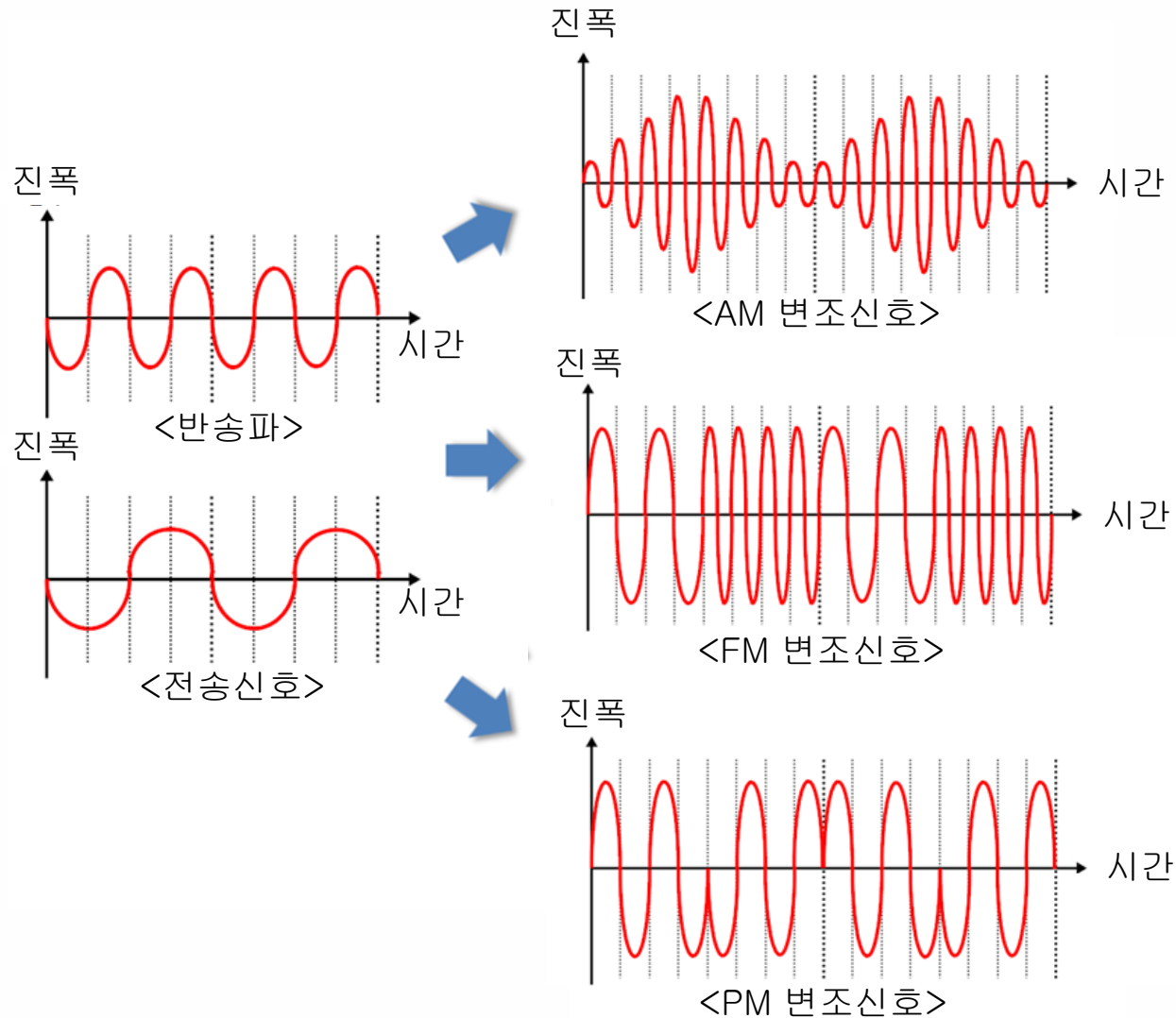
- 진폭 변조 방식(AM)
 - 반송파의 진폭만 변조시켜서 전송함
- 주파수 변조 방식(FM)
 - 반송파의 주파수만 변조시켜서 전송함
- 위상 변조 방식(PM)
 - 반송파의 위상만 변조시켜서 전송함



3. 대역 전송(Broadband) 방식



2) 아날로그 변조 방식

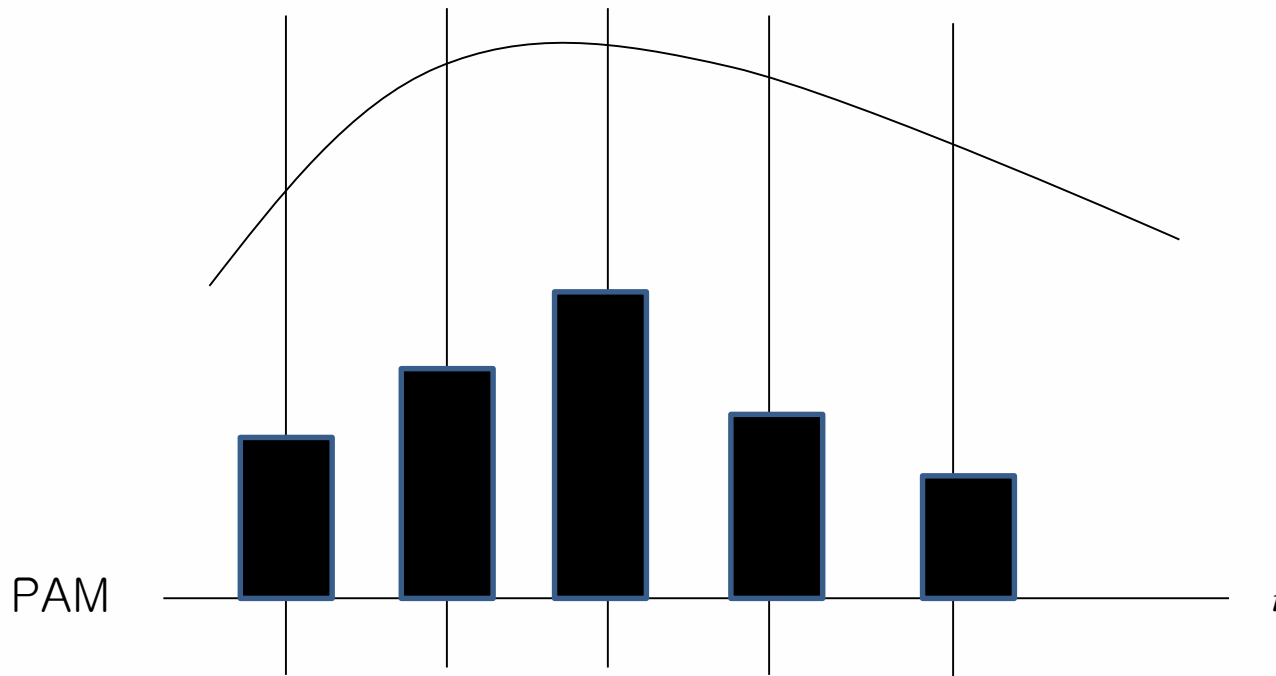


4. 펄스 전송 방식



1) 펄스 진폭 변조(Pulse Amplitude Modulation, PAM)

- 아날로그 변조 신호로서 주기적인 펄스의 진폭을 변화시키는 방식
- 특 징
 - 변조 및 복조회로가 간단하다.
 - 주파수 대역폭을 좁힐 수 있다.
 - 비직선 왜곡을 일으키기 쉽다.
 - 잡음이나 페이딩의 영향을 받기 쉽다.



< PAM 방식 >

4. 펄스 전송 방식



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

가) 펄스 폭 변조(Pulse Width Modulation, PWM)

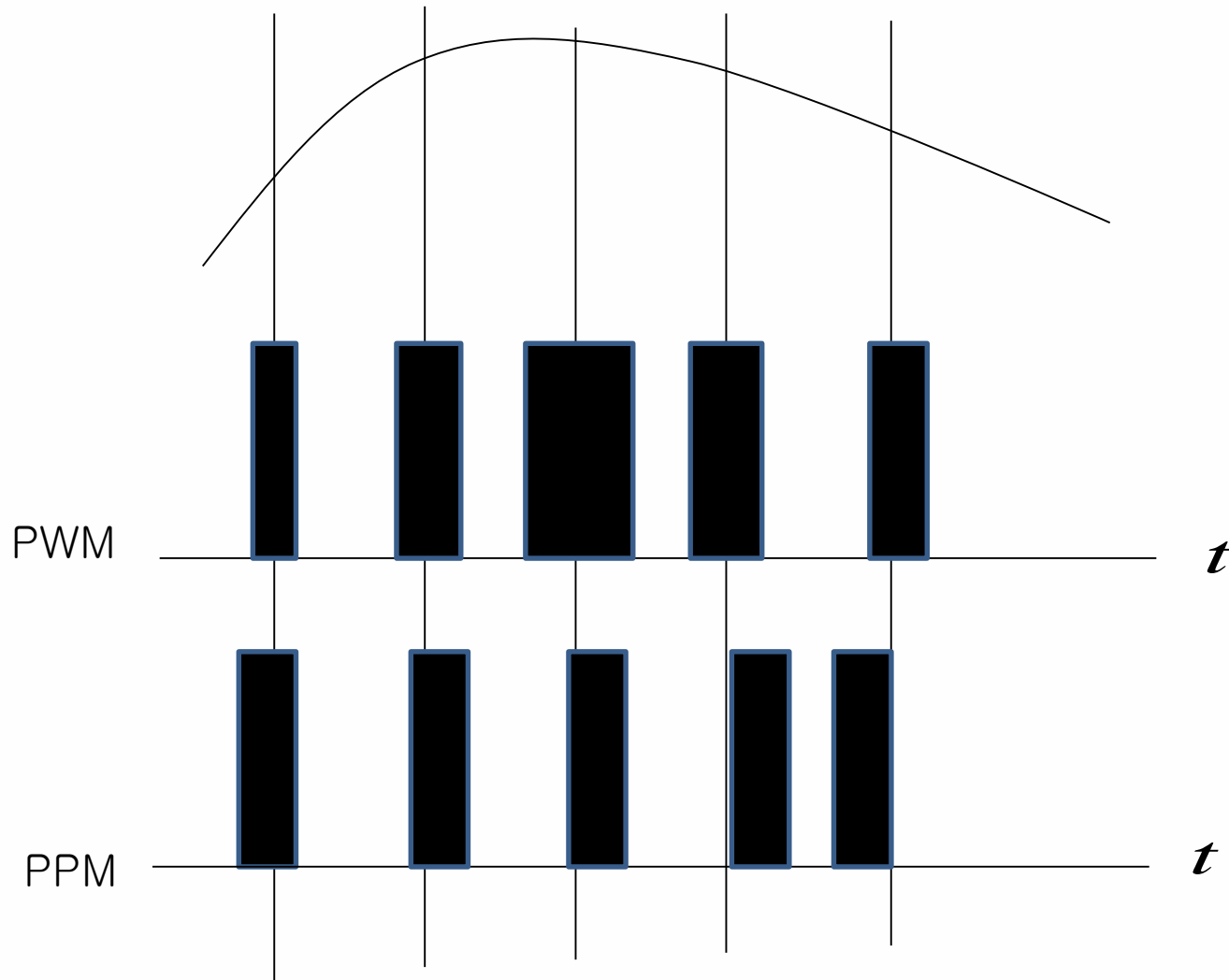
- 변조 신호의 레벨에 맞추어서 펄스의 폭을 변화시키는 방식
- 수신 측에서 리미터(limiter)를 사용하므로 잡음이나 페이딩의 영향 제거
- 특 징
 - PAM보다 S/N 비가 크다.
 - PPM보다 전력 부하의 변동이 크기 때문에 가장 큰 펄스폭을 다루는 데 충분한 출력용량 필요

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.

4. 펄스 전송 방식

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



< PWM 방식과 PPM 방식의 비교 >

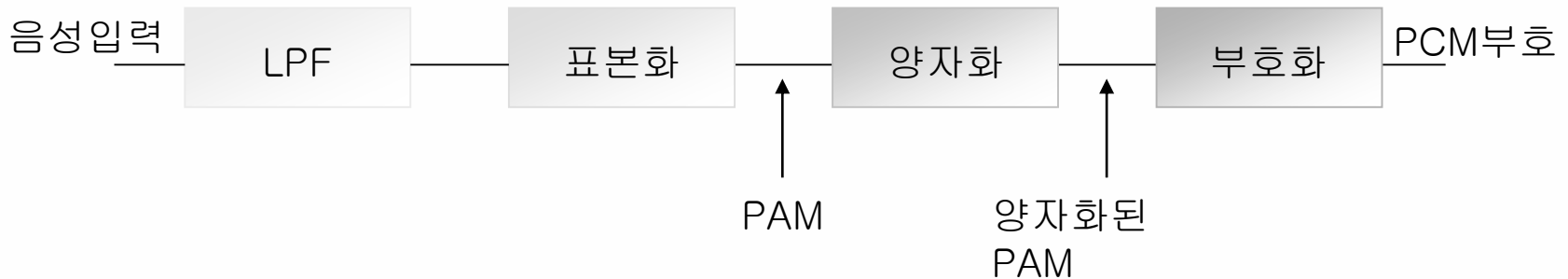
4. 펄스 전송 방식



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

정의

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



4. 펄스 전송 방식



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

가) 변 조 단 계

(1) 표본화(Sampling)

표본화 정리 의 의미

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

➤ 표본화 간격 T_s 의 조건

$$T_s \leq \frac{1}{2f_m} \quad (f_s \geq 2f_m)$$

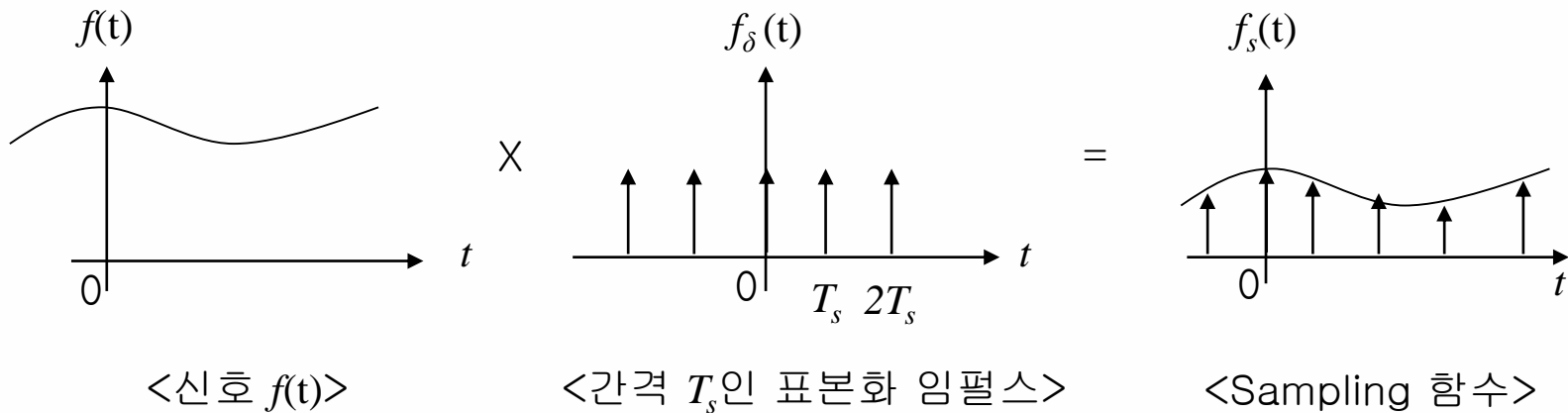
($2f_m$:
Nyquist 주파수)

4. 펄스 전송 방식



(1) 표본화(Sampling)

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



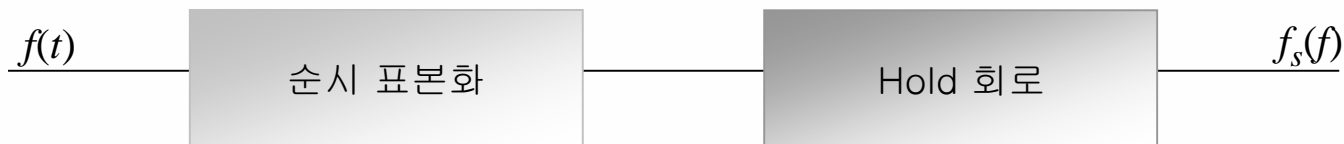
4. 펄스 전송 방식



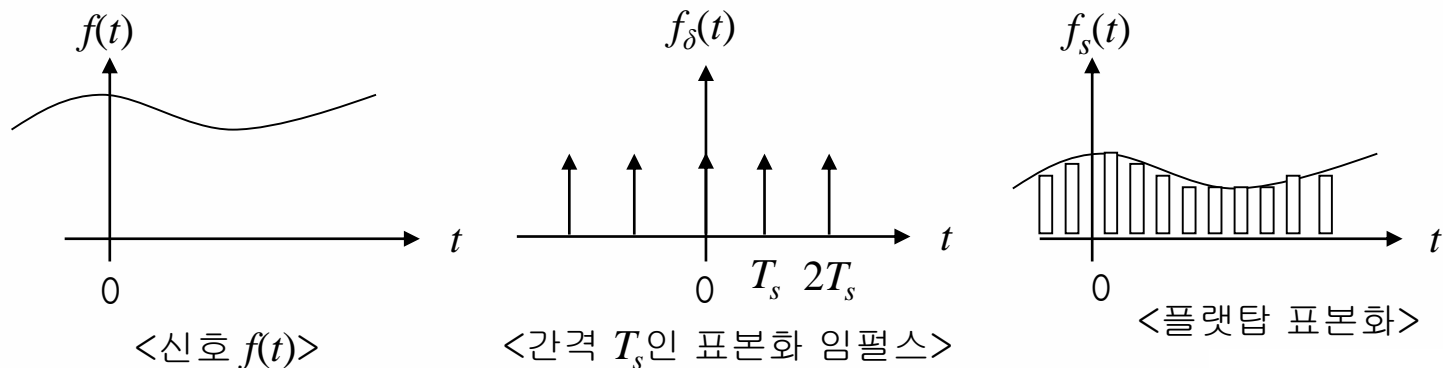
(1) 표 본 화

→ 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 보정할 수 있음
 - Hold 회로 구성도



● 플랫 탑 표본화 과정



4. 펄스 전송 방식



(2) 양자화(Quantization)

양자화의 의미

- 순시 진폭 값을 설정된 이산적인 신호로 변환하는 것
 - 아날로그 신호를 PAM으로 변환하는 과정
-
- 표본화 단계를 거친 PAM의 진폭을 디지털양으로 변환하기 위하여 계단 모양의 근사파형으로 만듦
 - 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

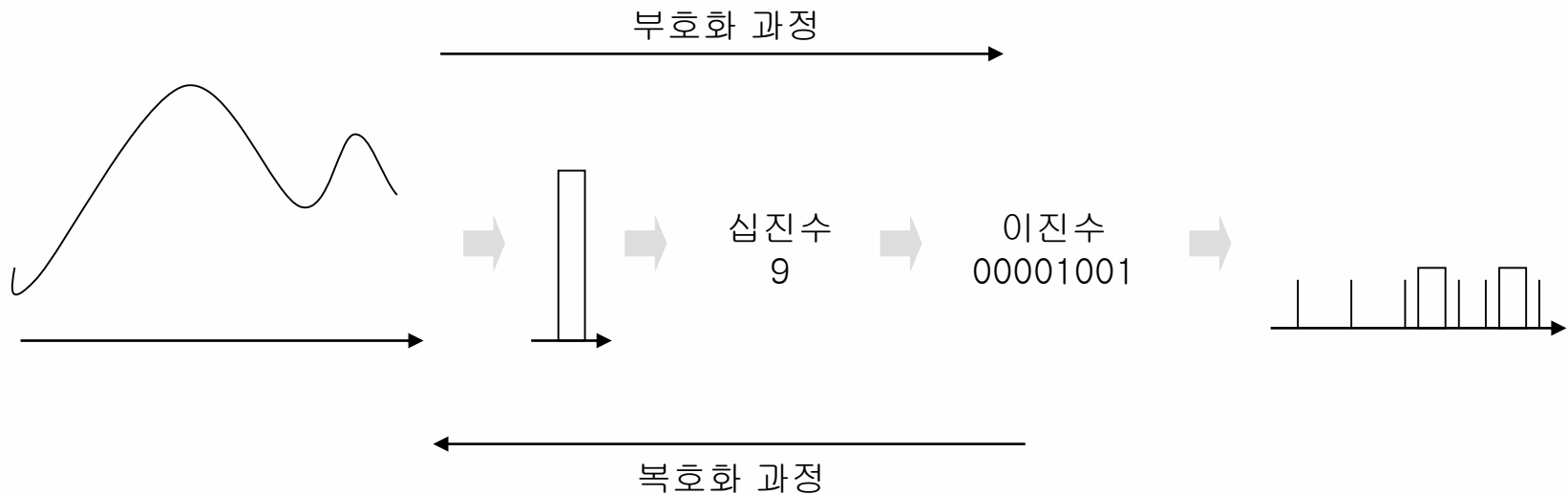
4. 펄스 전송 방식



(3) 부호화(Encoding)

부호화의
의미

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



<부호화 과정>



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.



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° 반전시키는 방식이다.
9. 맨체스타 부호 방식의 구현 방법은 비트 구간 의 왼쪽 구간에 대하여 점유율 50[%]의 1을 할당하여 디지털 신호 1로 정하고 비트 구간 의 오른쪽 구간에 대하여 점유율 50[%]의 1을 할당하여 디지털 신호 1로 정한다.
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 때 사용하는 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 전송한다.



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.