
Data Communications



제 6 장 신호변환과 신호변환기

목차

6.1 디지털-디지털 부호화

6.2 디지털-아날로그 부호화

6.3 아날로그-디지털 부호화

6.4 아날로그-아날로그 부호화

디지털-디지털 부호화(1/18)

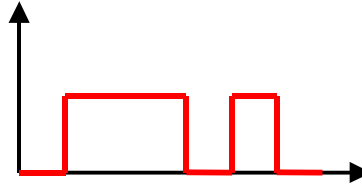
- ❑ 0 과 1로 표현된 디지털 정보를 디지털 신호로 표현
- ❑ 디지털-디지털 부호화 과정



0111010

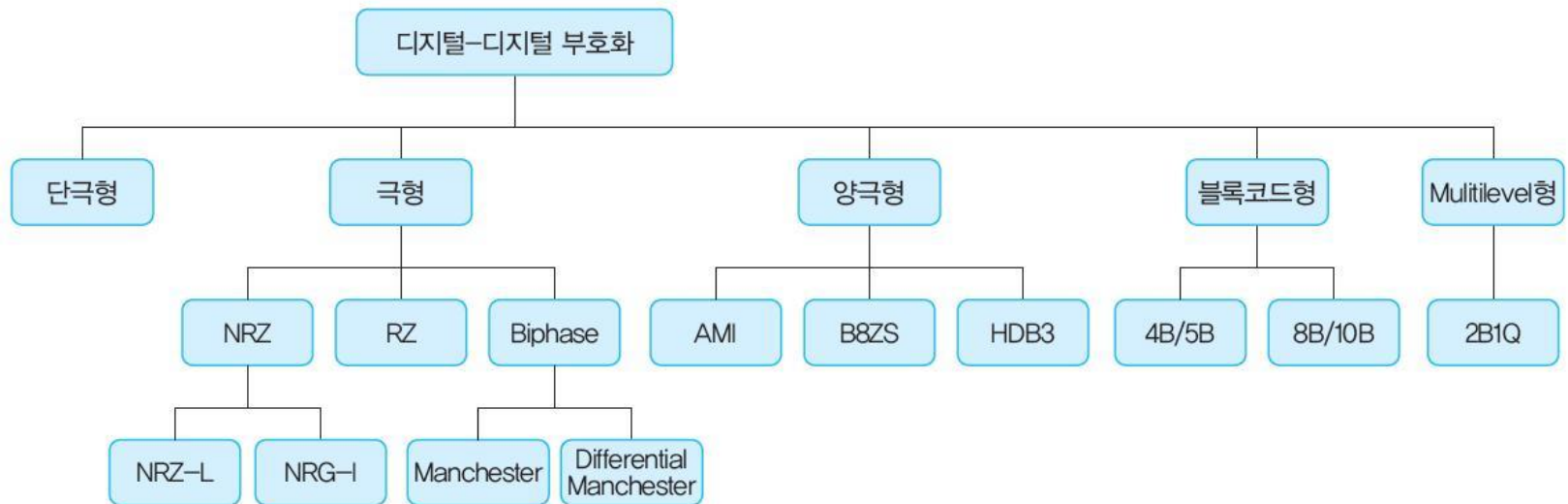


DSU/CSU



디지털-디지털 부호화(2/18)

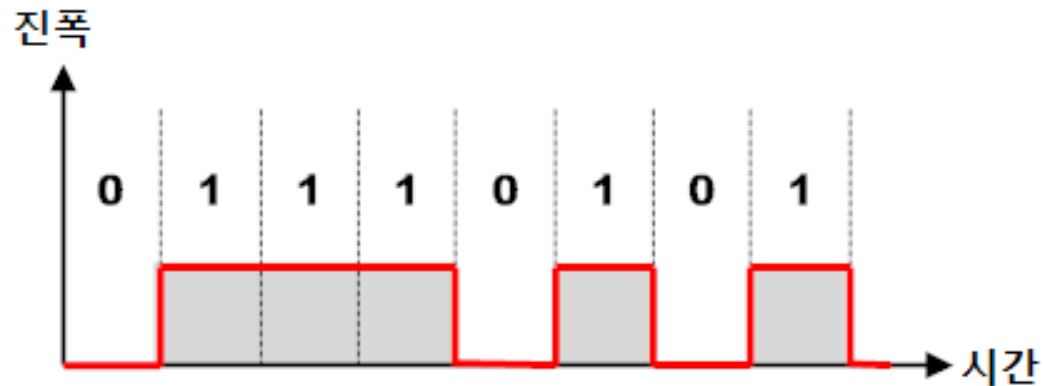
□ 디지털-디지털 부호화 종류



디지털-디지털 부호화(3/18)

□ 단극형 (Unipolar)

- ✓ 하나의 전압 레벨만 사용
- ✓ 단극형 부호화
- ✓ 단순하고 구현 비용이 저렴



디지털-디지털 부호화(4/18)

❑ 단극형 부호화의 문제점

✓ 직류성분(DC Component) 문제

- 신호의 평균 진폭이 0이 아니기 때문에 직류성분 발생
- 직류성분을 다룰 수 없는 매체는 통과 불가능

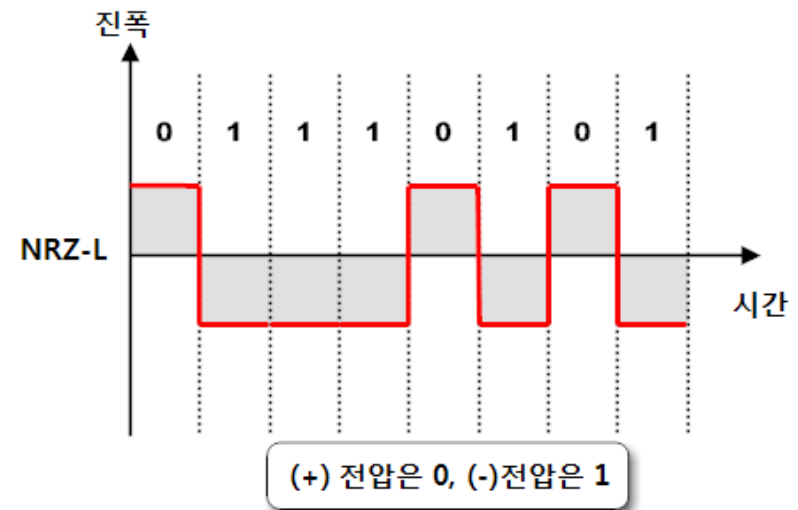
✓ 동기화 문제

- 신호가 연속된 0 이나 1 인 경우 신호의 변화가 없으므로 수신측에서 각 비트의 시작과 끝을 결정할 수 없는 문제 발생
- 별도의 선로로 클럭 신호를 보냄으로 동기화 문제를 해결할 수 있으나 비용이 많이 들기 때문에 사용 안함

디지털-디지털 부호화(5/18)

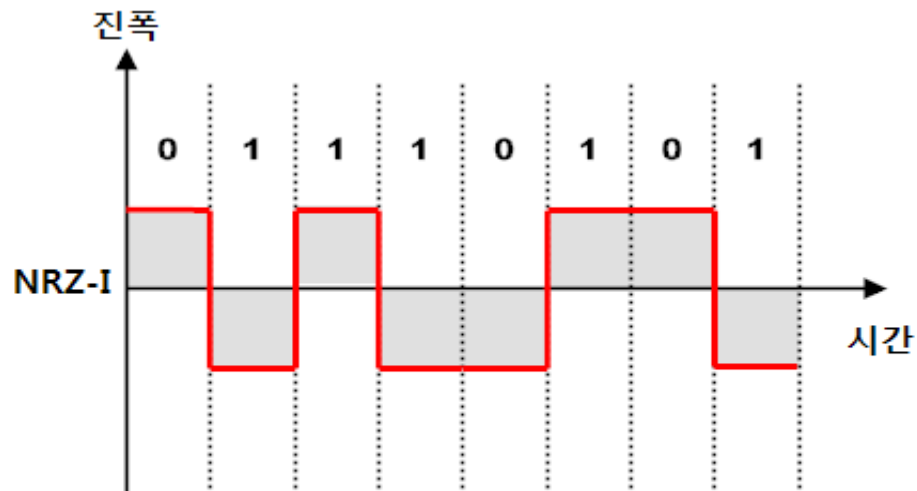
❑ 극형 (Polar)

- ✓ 극형 부호화는 (+) 와 (-) 전압 두 개의 레벨 사용
- ✓ NRZ (Non-Return to Zero)
 - 인코딩이나 디코딩을 요구 않음
 - 저속 통신에 널리 사용
 - NRZ-L (Non-Return to Zero Level)



디지털-디지털 부호화(6/18)

- NRZ-I (Not-Return to Zero Invert)



다음 비트가 1이 올 때 신호의 전이가 발생

디지털-디지털 부호화(7/18)

✓ RZ (Return to Zero)

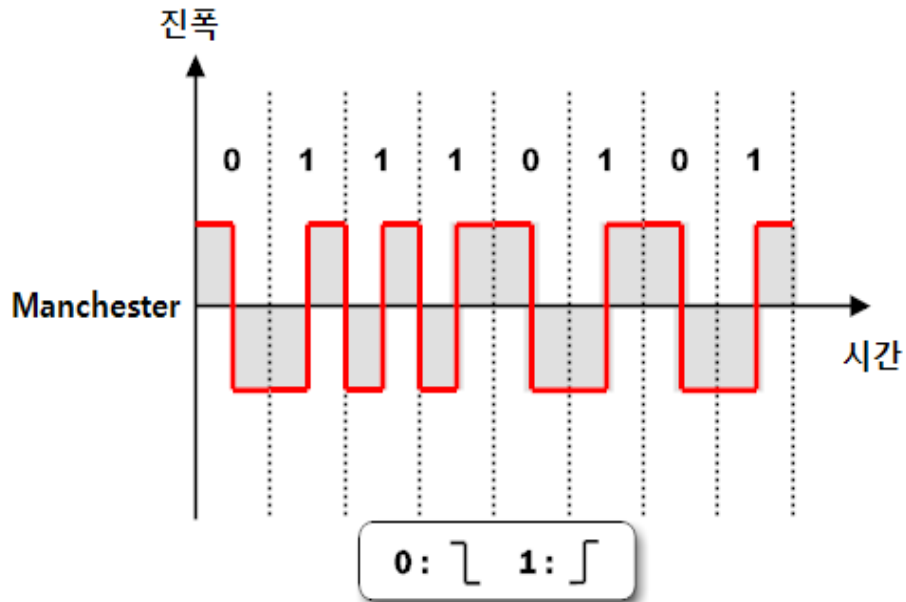
- (+), 0, (-) 3개의 전압 레벨을 사용
- 0 일 경우 (-)전압으로 시작해서 중간에 0 레벨로 복귀
- 1 일 경우 (+)전압으로 시작해서 중간에 0 레벨로 복귀
- 동기화 문제를 해결하지만 상대적으로 많은 대역폭 사용



디지털-디지털 부호화(8/18)

✓ Biphase

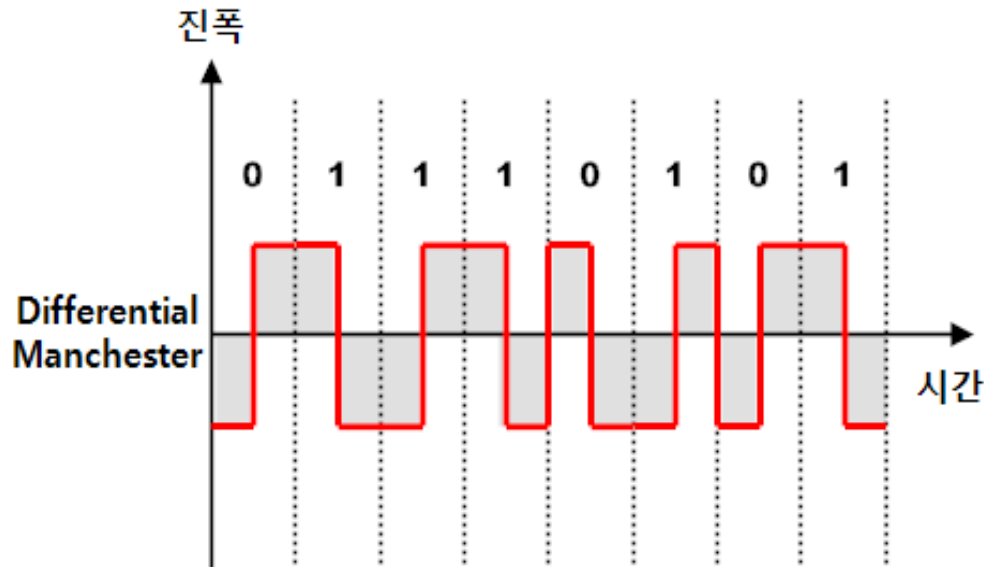
- 전압 레벨이 중간에 다른 전압 레벨로 전환
- 동기화 문제 해결
- Manchester



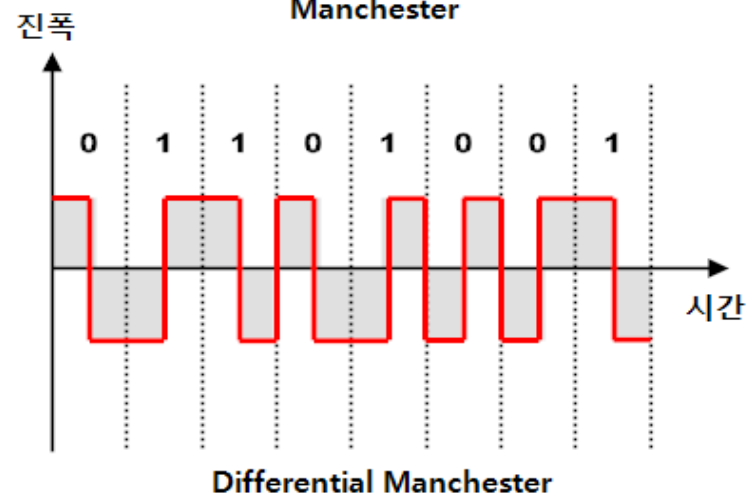
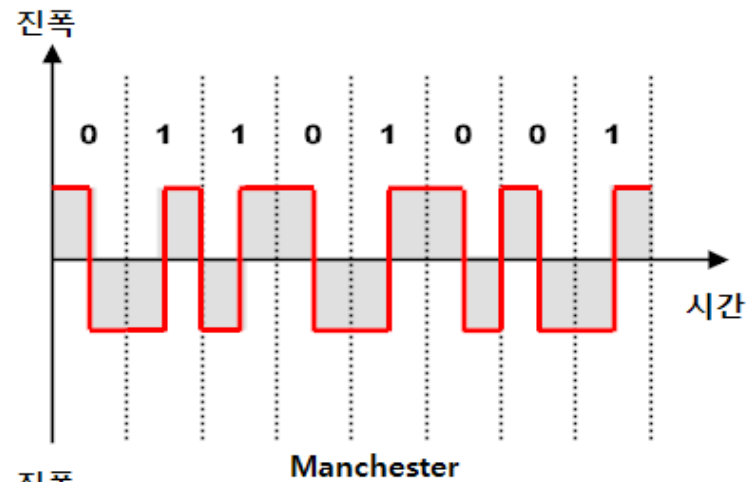
디지털-디지털 부호화(9/18)

➤ Differential Manchester

- 0 인 경우 이전 패턴 유지
- 1 인 경우 패턴이 반대로 바뀜



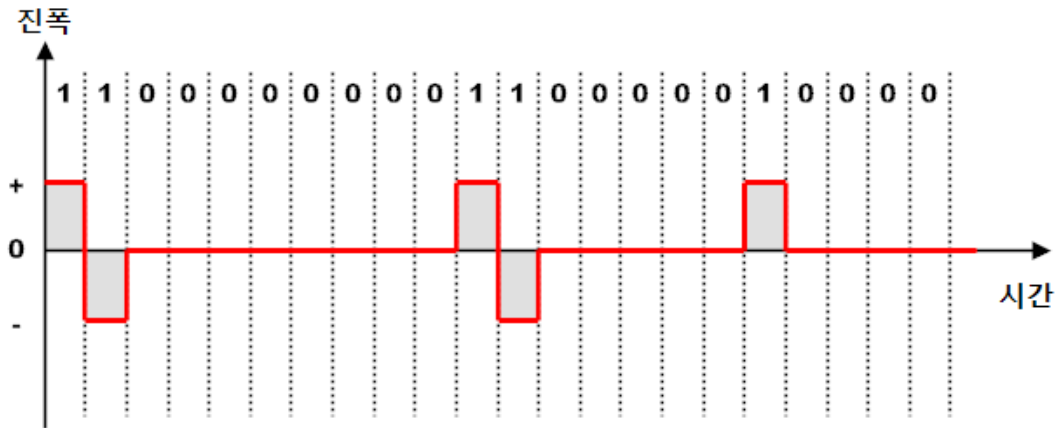
디지털-디지털 부호화(10/18)



디지털-디지털 부호화(11/18)

□ 양극형 (Bipolar)

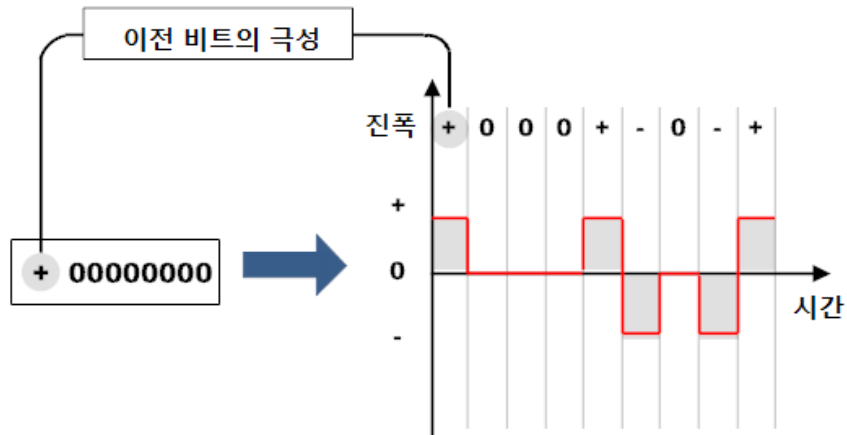
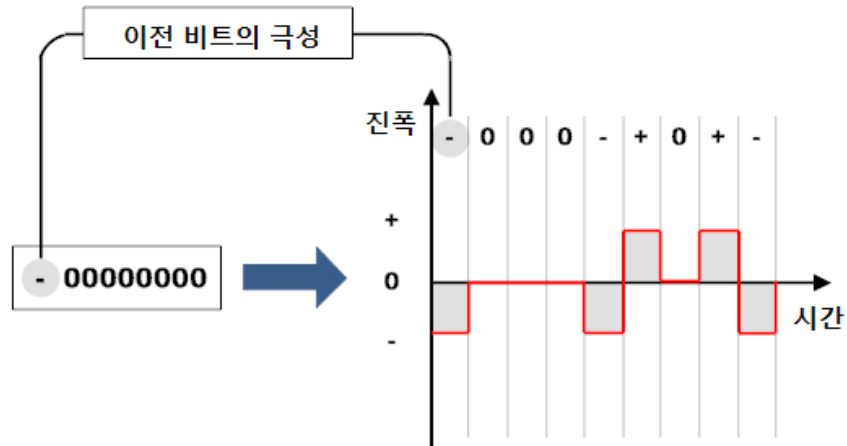
- ✓ (+), 0, (-) 3개의 전압을 사용
- ✓ Bipolar AMI (Bipolar Alternate Mark Inversion)
 - 0 전압은 0을 나타내고 (+), (-)전압은 1을 표현
 - 연속적인 0이 오면 동기화 문제 발생
 - 동기화 문제를 해결하기 위해 B8ZS 와 HDB3 사용



Bipolar AMI 부호화와 동기화 문제

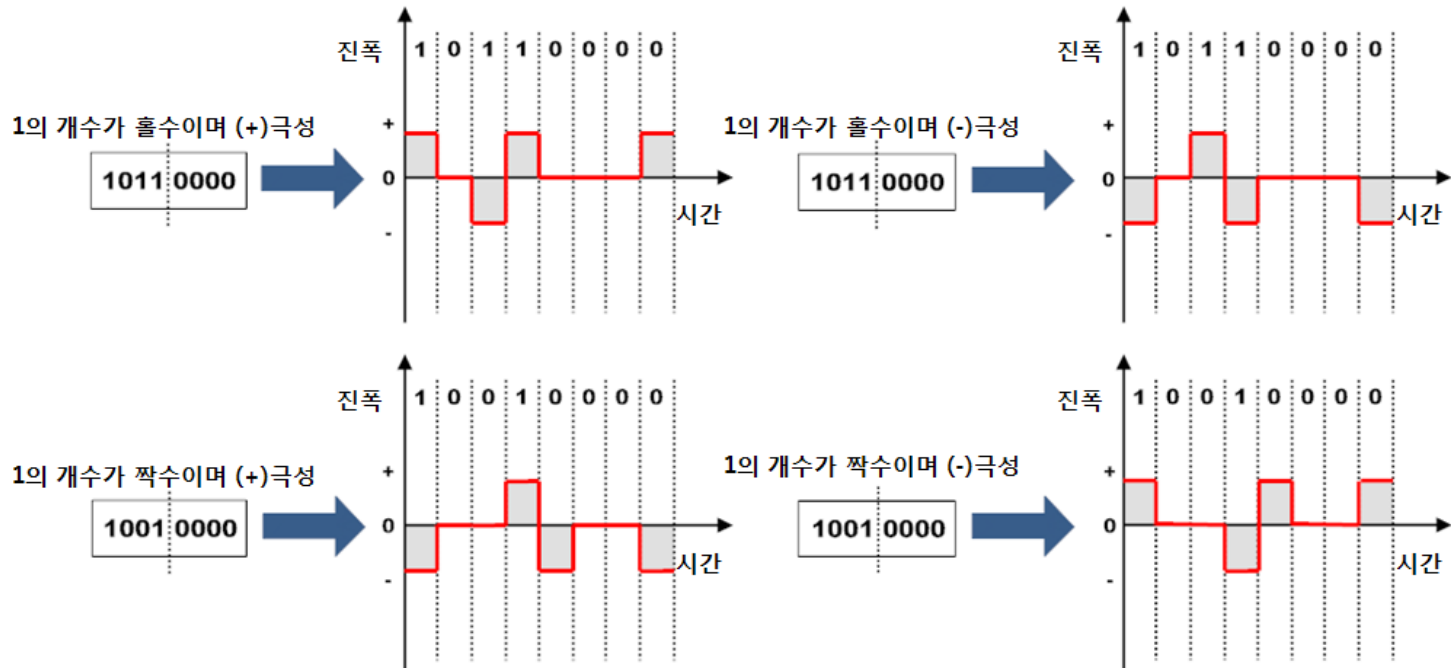
디지털-디지털 부호화(12/18)

✓ B8ZS



디지털-디지털 부호화(13/18)

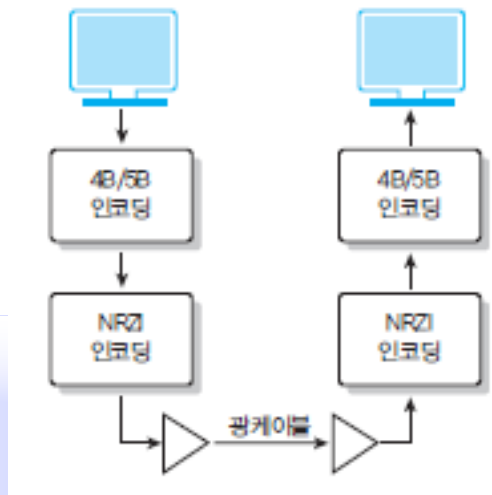
✓ HDB3



디지털-디지털 부호화(14/18)

❑ mBnB형태 블록 코드형

- ✓ M비트 길이의 데이터를 n비트 길이의 코드로 변환하는 방식
- ✓ 주로 비트 동기화 문제 해결하기 위해 사용
- ✓ 4B/5B, 8B/10B, 64B/66B, 1024B/1027B 등
- ✓ 4B/5B
 - 4비트 길이의 그룹단위를 5비트 길이의 코드 비트로 변환하는 방식
 - '0' 또는 '1'이 연속되어 전송되지 않도록 코드화
 - 100Base-FX



디지털-디지털 부호화(15/18)

데이터 비트 (4비트)	코드 비트 (5비트)	NRZ
0000	11110	
0001	01001	
0010	10100	
0011	10101	
0100	01010	
0101	01011	
0110	01110	
0111	01111	
1000	10010	
1001	10011	
1010	10110	
1011	10111	
1100	11010	
1101	11011	
1110	11100	
1111	11101	

디지털-디지털 부호화(16/18)

✓ 8B/10B

- 8비트 단위를 10비트의 코드로 변환시키는 블록 코드
- '0'과 '1'의 발생비율을 평균적으로 같게 함으로써 DC Balance 문제 해결
- 1000Base-X(Gigabit Ethernet, USB3.0)

□ Multilevel형

- ✓ 3개 이상의 전압레벨을 사용하는 방식
- ✓ 2B1Q, MLT-3 방식

✓ 2B1Q

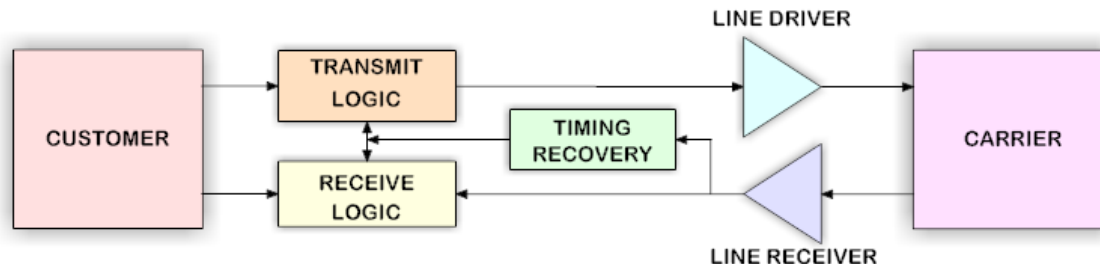
- 2진 데이터 4개(00, 01, 11, 10)를 1개의 4진 심볼(-3, -1, +1, +3)로 변환하는 방식
- xDSL 변조 방식

디지털-디지털 부호화(17/18)

❑ 신호 변환기 (Signal Conversion Device)

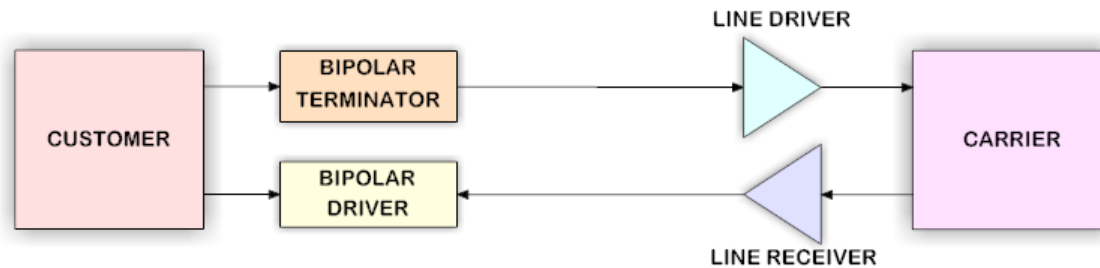
✓ DSU (Digital Service Unit)

- 전송 : 직렬 Unipolar 신호를 변형된 Bipolar 로 바꿔서 전송
- 수신 : 변형된 Bipolar 신호를 직렬 Unipolar 로 바꿔서 수신
- 고속, 양질의 데이터를 전송하는 디지털 전송방식



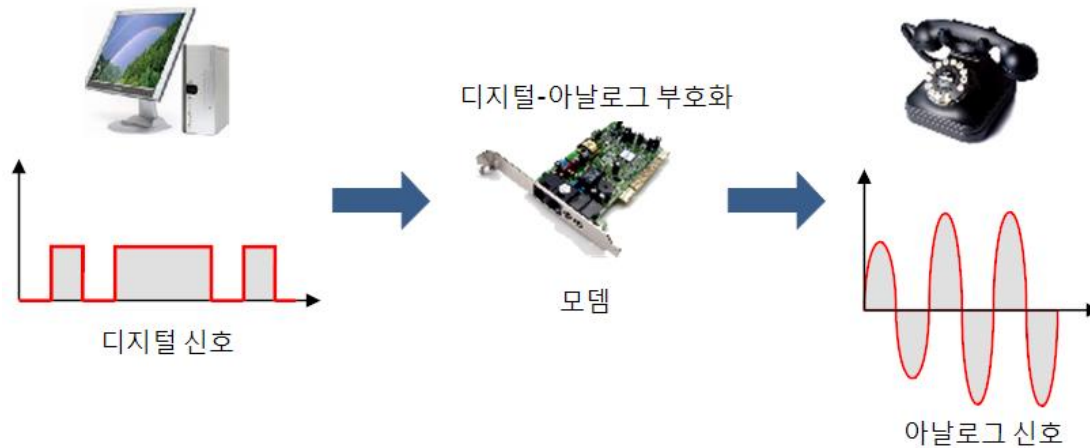
디지털-디지털 부호화(18/18)

- ✓ CSU (Channel Service Unit)
 - T1 또는 E1 트렁크를 수용할 수 있는 장비
 - T1은 64Kbps 24채널, E1은 64Kbps 30채널
 - 멀티플렉서가 채널들을 모아서 전송하는 트렁크 방식으로 전송



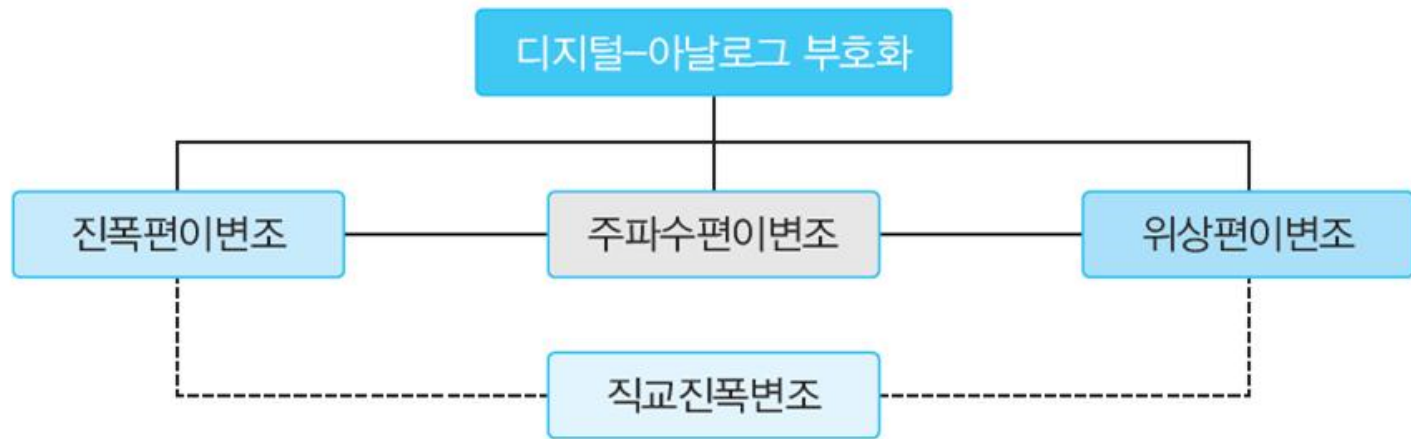
디지털-아날로그 부호화(1/18)

- ❑ 디지털 정보를 아날로그 신호로 전송
- ❑ 디지털-아날로그 부호화 과정



디지털-아날로그 부호화(2/18)

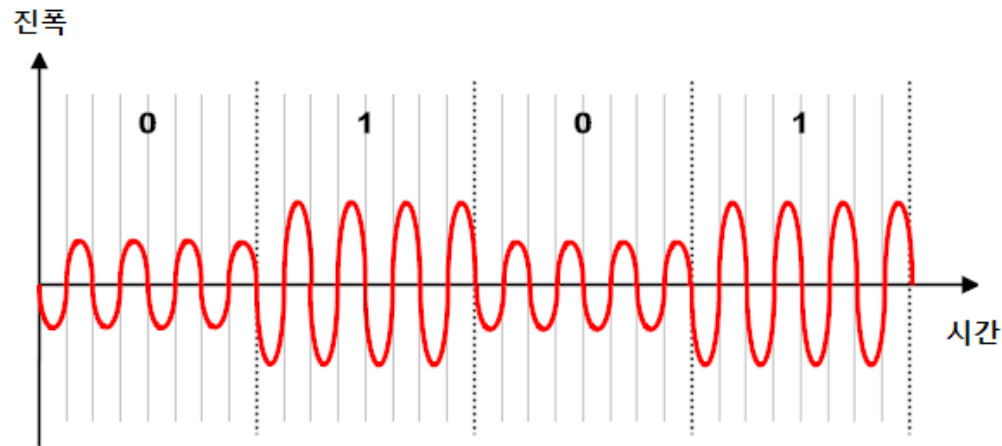
□ 디지털-아날로그 부호화 종류



디지털-아날로그 부호화(3/18)

□ 진폭편이변조 (ASK)

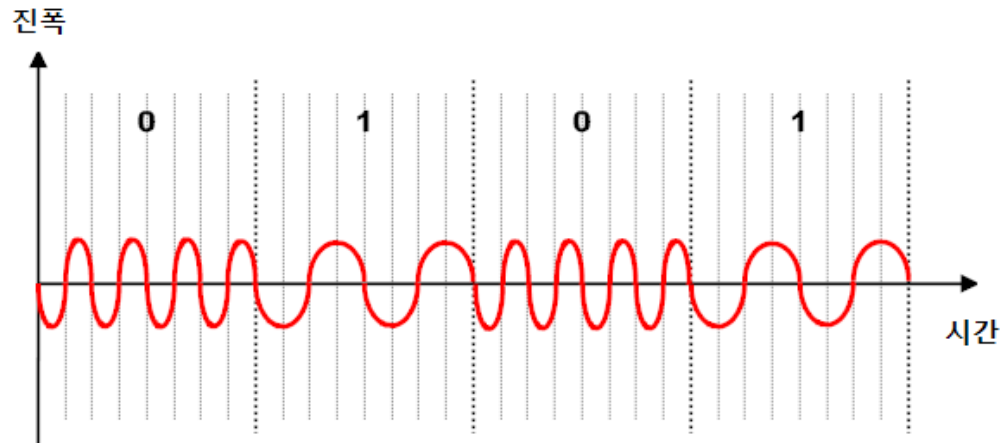
- ✓ 진폭의 변화로만 0 과 1 을 표현
- ✓ 1보오 당 1비트의 신호 전송
- ✓ 장점 : 회로 구성이 간단하고 가격이 저렴
- ✓ 단점 : 잡음이나 신호의 변화에 약함



디지털-아날로그 부호화(4/18)

□ 주파수편이변조 (FSK)

- ✓ 주파수의 변화로만 0 과 1을 표현
- ✓ 1보오당 1비트의 신호 전송
- ✓ 진폭편이변조 방식보다 잡음에 강하고 회로도 간단하여 데이터 전송에 많이 사용



디지털-아날로그 부호화(5/18)

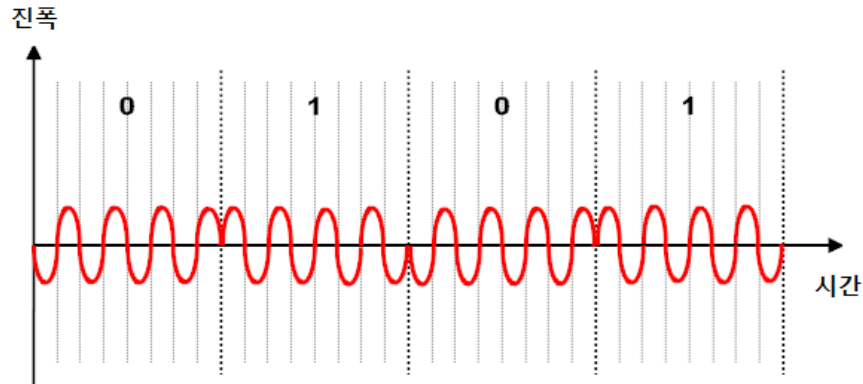
□ 위상편이변조 (PSK)

- ✓ 위상의 변화로만 0 과 1을 표현
- ✓ 위상의 변화를 다양하게 해서 한 위상에 여러 비트 표현 가능
- ✓ 위상을 계속 늘리면 위상차가 작아져 잡음에 의한 신호 지연이 자주 발생
- ✓ 위상의 종류

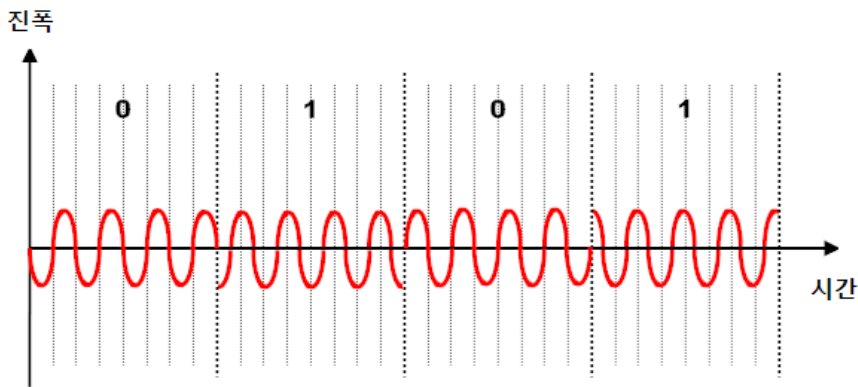
위 상	설 명
2 위상	0은 0° , 1은 180° 로 위상을 표현
4 위상	90° 간격으로 위상을 표시 (2비트)
8 위상	45° 간격으로 위상을 표시 (3비트)

디지털-아날로그 부호화(6/18)

✓ 2-PSK



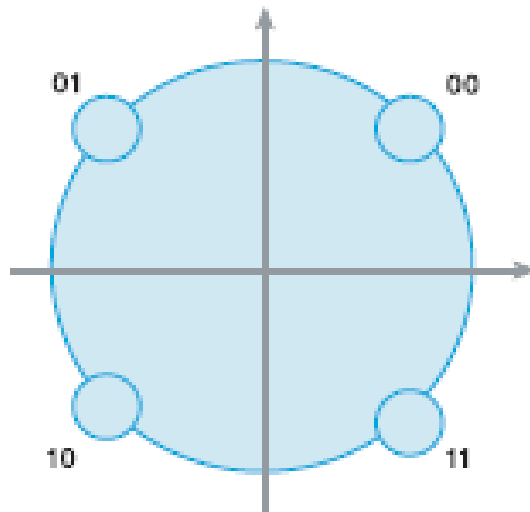
✓ 4-PSK



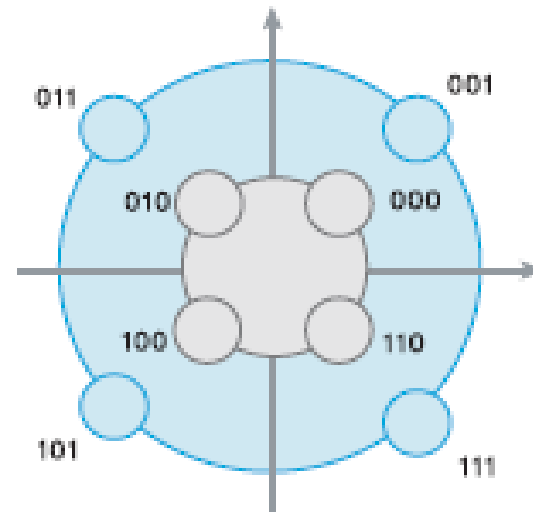
디지털-아날로그 부호화(7/18)

❑ 직교진폭변조 (QAM)

✓ 위상편이변조와 진폭편이변조의 복합형태



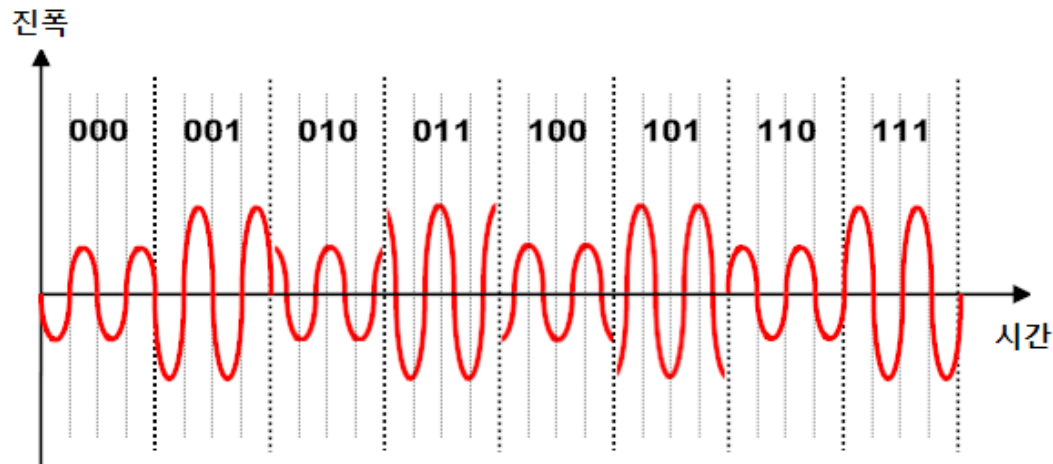
4-직교진폭변조
1진폭, 4위상



16-직교진폭변조
2진폭, 4위상

디지털-아날로그 부호화(8/18)

✓ 8-QAM 신호의 시간영역



디지털-아날로그 부호화(9/18)

□ 신호 변환기

- ✓ 변조 기능 : 디지털 신호를 아날로그화
- ✓ 복조 기능 : 아날로그 신호를 디지털화
- ✓ 모뎀 : 변조 기능 과 복조 기능을 가지고 있는 기기

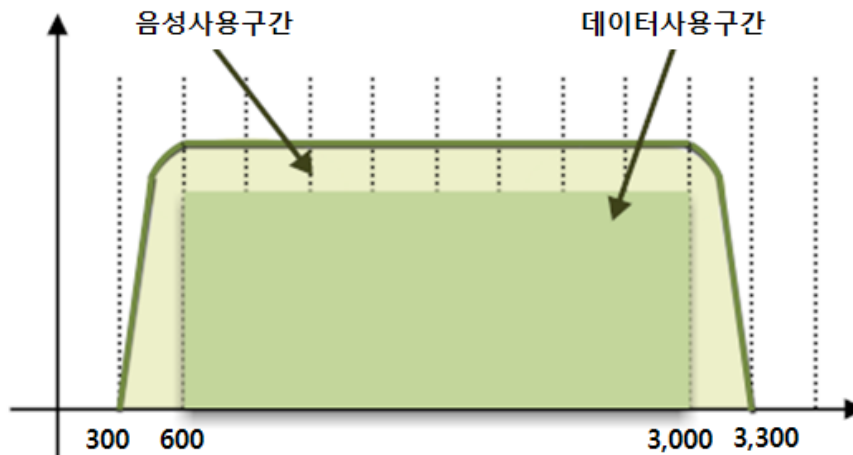
□ 전송률

- ✓ 일초 동안에 송신 또는 수신할 수 있는 비트 수
- ✓ 단위 : bps

디지털-아날로그 부호화(10/18)

□ 대역폭

- ✓ 전달할 수 있는 신호의 주파수에 상한선과 하한선 범위
- ✓ 더욱 안전한 통신을 위해 양쪽의 가장자리 부분은 사용 안함



디지털-아날로그 부호화(12/18)

□ 모뎀 분류

- ✓ 전송률, 대역폭, 속도 이외의 방법으로도 모뎀을 분류
ex) 동기방식, 이용 대역폭, 사용 가능 거리, 포트 수, 속도, 등화방식, 사용회선, 위치 등

□ 모뎀 표준

- ✓ 벨 모뎀 : 독점적인 기술의 개발로 사실상의 표준 제공
- ✓ ITU-T 모뎀 : ITU-T에서 지정한 규약으로 V시리즈 제공
- ✓ 대표적인 V시리즈로 V.22bis, V.32, V.32bis, V.34 등

디지털-아날로그 부호화(12/18)

표준	의미
V.21	전화교환망 또는 2선식 전용선을 사용하는 양방향 통신 모뎀 변조방식으로, FSK를 사용하여 300bps 통신 속도로 동작
V.22	전화교환망 또는 2선식 전용선을 사용하는 양방향 통신 모뎀 변조방식으로, PSK를 사용하여 1,200bps 통신 속도로 동작
V.22bis	전화교환망 또는 2선식 전용선을 사용하는 양방향 통신 모뎀 변조방식으로, QAM을 사용하여 1,200bps 및 2,400bps 통신 속도로 동작. 가정에서 PC통신용으로 사용(이후 V.32로 대체됨)
V.26bis	전화교환망을 사용하는 양방향 통신 모뎀으로 PSK를 사용하여 2,400bps 속도
V.27terbo	PSK를 사용하며, 전송속도가 4,800bps로 팩시밀리에 있는 모뎀에 적용
V.32	QAM 방식을 사용하며, 오류수정 기능을 가지면서 9,600bps 속도로 압축하는 데 사용되는 표준 모뎀
V.32bis	QAM 방식을 사용하며, 오류수정 기능을 가지면서, 14.4Kbps 속도로 압축하는 데 사용되는 표준 모뎀
V.34	28.8Kbps의 속도를 제공, V.32 및 V.32bis 등과 호환
V.34bis	33.6Kbps의 속도를 제공
V.90	56Kbps 속도를 지원

디지털-아날로그 부호화(14/18)

□ 케이블 모뎀

- ✓ 기존 케이블TV 망을 이용하여 데이터 통신 서비스 제공



디지털-아날로그 부호화(15/18)

✓ 장점

-
- 빠른 접속 속도
- 월정액으로 요금 부담이 해소
- 전화와 무관하게 사용

✓ 단점

- 데이터를 PC에 보내기만 하는 단방향 통신
- 이론적인 속도보다 실제속도가 낮음
- 같은 라인에 연결된 사람이 많으면 속도 저하

디지털-아날로그 부호화(16/18)

□ DSL 모뎀

- ✓ DSL은 라인이 아닌 모뎀을 의미
- ✓ 기존의 전화망과 같은 1쌍의 동선을 이용해 대역폭을 최대한 확장하며 관로 내의 누화를 제어
- ✓ xDSL은 전송거리, 상향과 하향 전송속도, 비율, 응용서비스 등의 기준으로 구분

디지털-아날로그 부호화(17/18)

❑ DSL에서 사용하는 변조 방식

✓ DMT(Discrete Multi Tone)

- 톤(Tone) : 사용 주파수 대역을 4Khz로 균등 분할한 영역
- 각 톤마다 QAM을 사용하여 데이터 변조

✓ CAP(Carrierless Amplitude and phase)

- 전송 데이터를 2개의 기저대역으로 분할
- In-phase 와 Quadrature-phase로 변조 후 두 신호를 합하여 전송

구분	HDSL	SDSL	ADSL	VDSL
최대 전송속도 (하향/상향)	1.5/2Mbps	1.5/2Mbps	8Mbps/640kbps	13~52Mbps/ 1.6~6.4Mbps
변조방식	2B1Q CAP	2B1Q CAP	DMT/CAP	DMT/QAM
전송거리	3.6km	3km	5.4km	1.5km

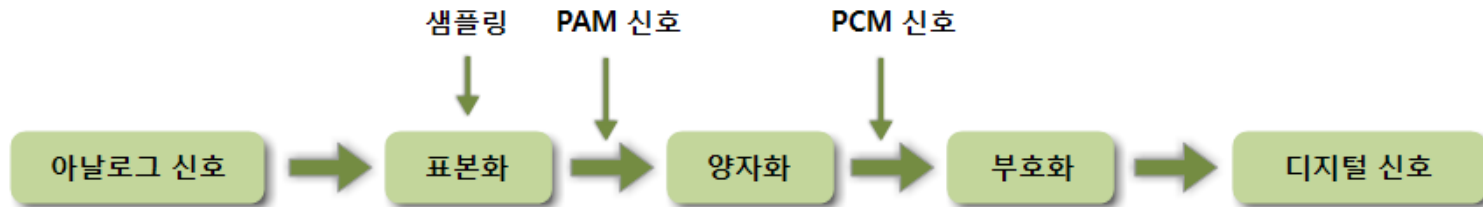
디지털-아날로그 부호화(18/18)

□ DMT 방식과 CAP 방식 비교

	DMT	CAP
장 점	<ul style="list-style-type: none">• 다양한 속도를 지원• 가입자 선로에서 임펄스 및 잡음에 유리한 특성• 잡음억제 기능• 간섭현상이 CAP보다 양호	<ul style="list-style-type: none">• 주파수가 적절히 배치되었을 경우 선로에서 임펄스 및 잡음에 유리• 알고리즘이 간단하여 칩 구성이 단순하고 설계 용이• 여러 종류의 xDSL에 적용• 저전력을 소모
단 점	<ul style="list-style-type: none">• 주파수 대역별 변조로 칩셋이 비쌈• 에러 체크가 복잡	<ul style="list-style-type: none">• 데이터 손실이 많음
제공 속도	<ul style="list-style-type: none">• 상향 최대 768 Kbps• 하향 최대 8Mbps	<ul style="list-style-type: none">• 상향 최대 1Mbps• 하향 최대 7Mbps

아날로그-디지털 부호화(1/7)

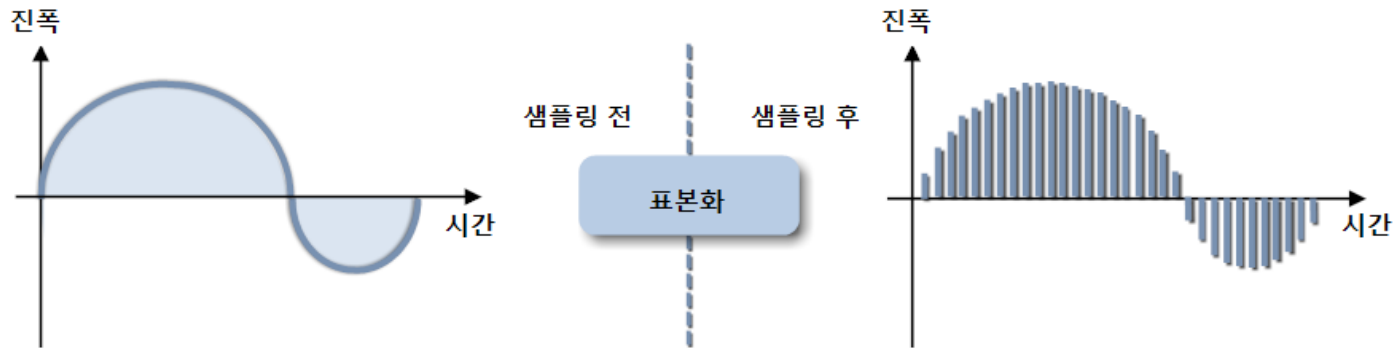
- ❑ 아날로그 정보를 디지털 신호로 변환
- ❑ 아날로그-디지털 부호화 과정



아날로그-디지털 부호화(2/7)

❑ 펄스코드변조 (PCM)

✓ 표본화



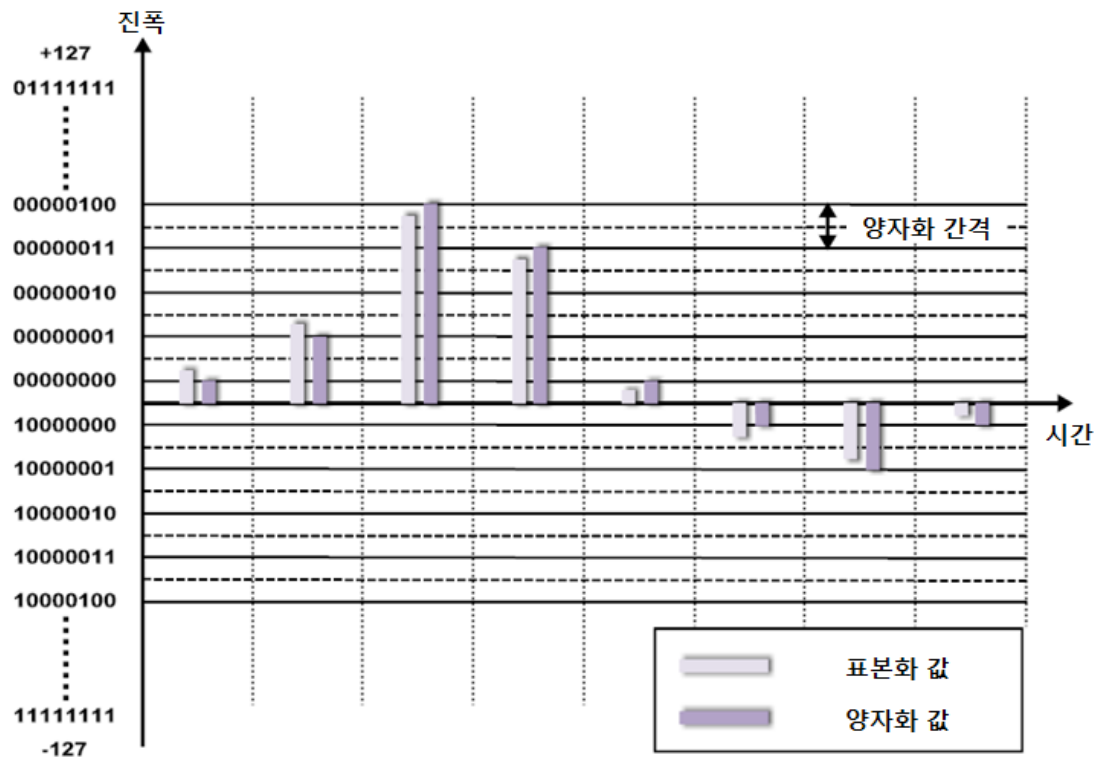
✓ 나이퀴스트의 샘플링 정리

- 최고의 주파수를 f_c 라고 하면 적어도 $1/2f_c$ 의 주기 펄스로 정보 추출

아날로그-디지털 부호화(3/7)

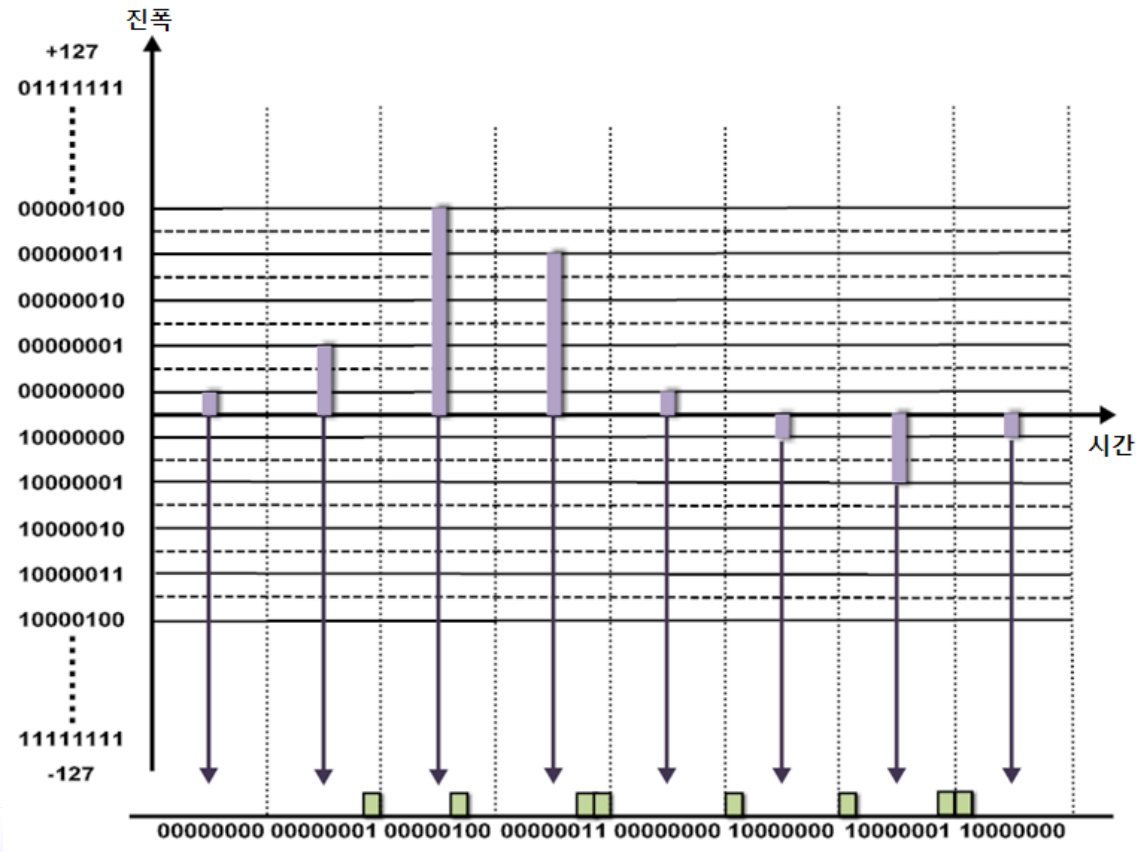
✓ 양자화

➤ 양자화 잡음 : 원파형과 양자화 파형과의 오차



아날로그-디지털 부호화(4/7)

✓ 부호화

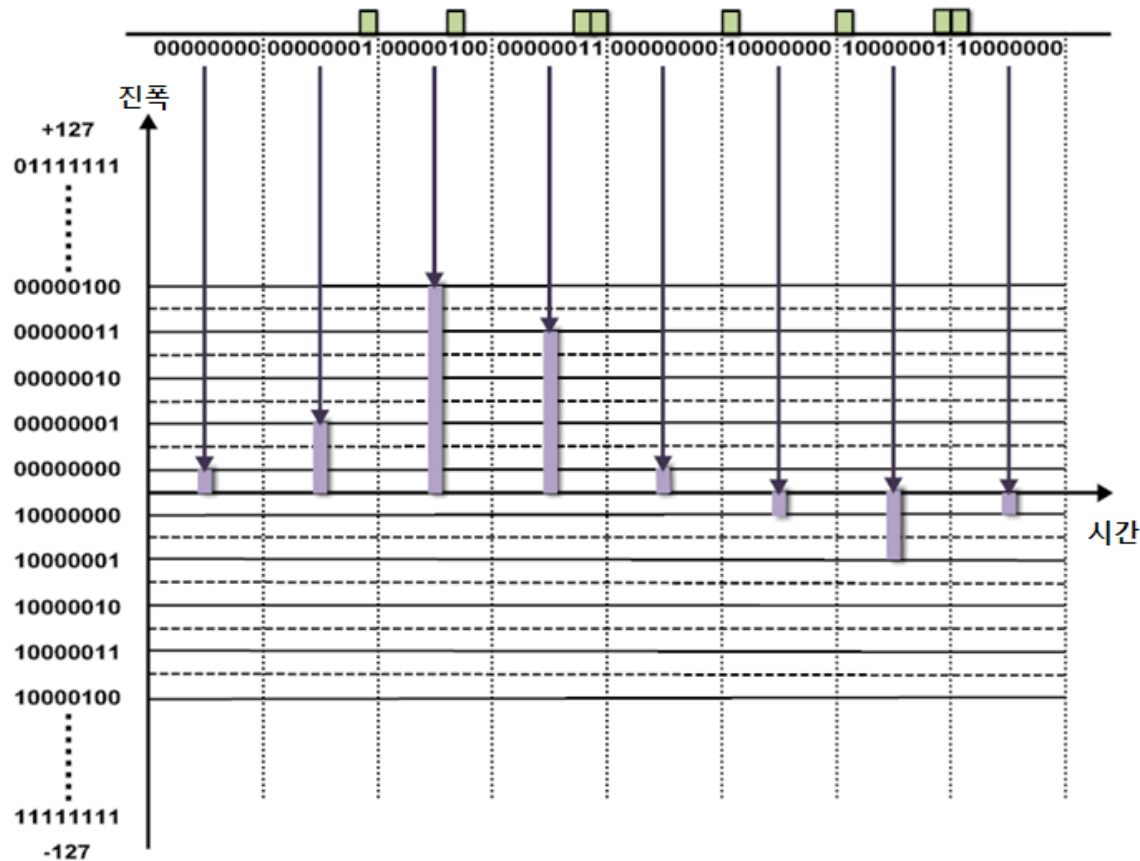


아날로그-디지털 부호화(5/7)

✓ 재생

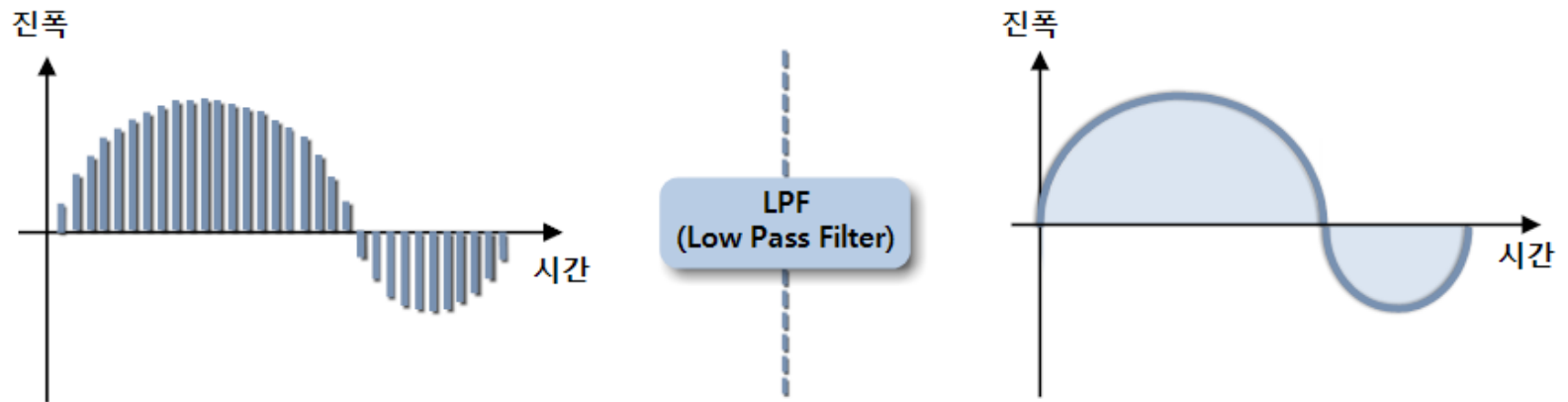
➤ 펄스 유무만을 판단하여 유효 펄스만 재생되어 복호기로 전달

✓ 복호



아날로그-디지털 부호화(6/7)

✓ 재구성



아날로그-디지털 부호화(7/7)

□ 신호 변환기

✓ 코덱 : 코더와 디코더의 합성어

- 코더 : 음성 또는 영상의 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환
- 디코더 : 디지털 신호를 음성 또는 영상으로 변환

✓ PCM은 코덱 장비의 직접회로나 칩에서 사용

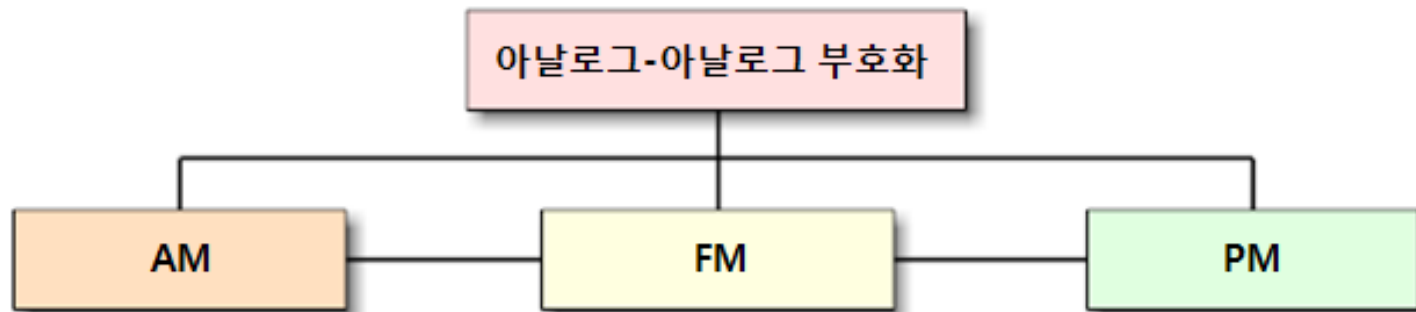
아날로그-아날로그 부호화(1/5)

- 효율적인 전송을 위해 보다 높은 반송 주파수 필요
- 주파수 분할 다중화가 가능하기 위해 필요
- 아날로그-아날로그 부호화 과정



아날로그-아날로그 부호화(2/5)

□ 아날로그-아날로그 부호화 과정



아날로그-아날로그 부호화(3/5)

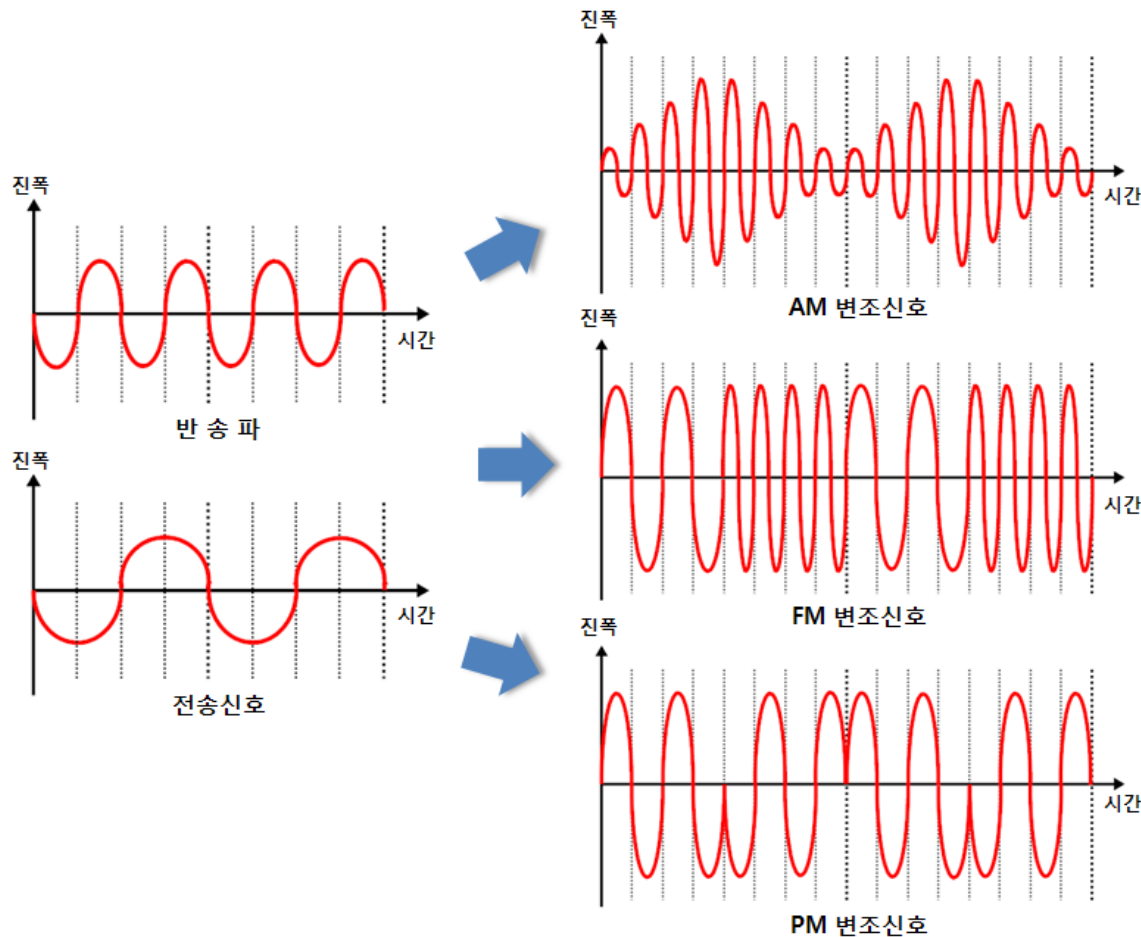
- ❑ 진폭 변조 방식 (AM)
 - ✓ 반송파의 진폭만 변조시켜 전송

- ❑ 주파수 변조 방식 (FM)
 - ✓ 반송파의 주파수만 변조시켜 전송

- ❑ 위상 변조 방식 (PM)
 - ✓ 반송파의 위상만 변조시켜 전송

아날로그-아날로그 부호화(4/5)

□ 아날로그 변조



아날로그-아날로그 부호화(5/5)

□ 신호 변환기

- ✓ 전화기와 방송장비
- ✓ 점점 디지털 장비로 교체