

William Stallings  
Komunikasi Data dan  
Komputer  
Edisi ke 7

**Bab 5**  
**Teknik Sinyal Encoding**

# Teknik Encoding

- Data digital, sinyal digital
- Data analog, sinyal digital
- Data digital, sinyal analog
- Data analog, sinyal analog

# Data digital, sinyal digital

- sinyal digital
  - Diskrit, pulsa tegangan diskontinyu
  - tiap pulsa adalah elemen sinyal
  - data biner diubah menjadi elemen-elemen sinyal

# Ketentuan(1)

- Unipolar
  - Semua elemen-elemen sinyal dalam bentuk yang sama
- Polar
  - satu state logic dinyatakan oleh tegangan positif dan sebaliknya oleh tegangan negatif
- Rating Data
  - Rating data transmisi data dalam bit per secon
- Durasi atau panjang suatu bit
  - Waktu yang dibutuhkan pemancar untuk memancarkan bit

# Ketentuan (2)

- Rating modulasi
  - Rating dimana level sinyal berubah
  - Diukur dalam bentuk baud=elemen-elemen sinyal per detik
- Tanda dan ruang
  - Biner 1 dan biner 0 berturut-turut

# Menerjemahkan Sinyal

- Perlu diketahui
  - Waktu bit saat mulai dan berakhirnya
  - Level sinyal
- Faktor-faktor penerjemahan sinyal yang sukses
  - Perbandingan sinyal dengan noise(gangguan)
  - Rating data
  - Bandwidth

# Perbandingan Pola-Pola Encoding(1)

- Spektrum sinyal
  - Kekurangan pada frekuensi tinggi mengurangi bandwidth yang dibutuhkan
  - Kekurangan pada komponen dc menyebabkan kopling ac melalui trafo menimbulkan isolasi
  - Pusatkan kekuatan sinyal di tengah bandwidth
- Clocking
  - Sinkronisasi transmitter dan receiver
  - Clock eksternal
  - Mekanisme sinkronisasi berdasarkan sinyal

# Perbandingan Pola-Pola Encoding(2)

- Pendeteksian error
  - Dapat dibangun untuk encoding sinyal
- Interferensi sinyal dan kekebalan terhadap noise
  - Beberapa code lebih baik daripada yang lain
- Harga dan Kerumitan
  - Rating sinyal yang lebih tinggi(seperti kecepatan data) menyebabkan harga semakin tinggi
  - Beberapa code membutuhkan rating sinyal lebih tinggi



# Pola –Pola encoding

- Nonreturn to Zero-Level (NRZ-L)
- Nonreturn to Zero Inverted (NRZI)
- Bipolar-AMI
- Pseudoternary
- Manchester
- Differential Manchester
- B8ZS
- HDB3

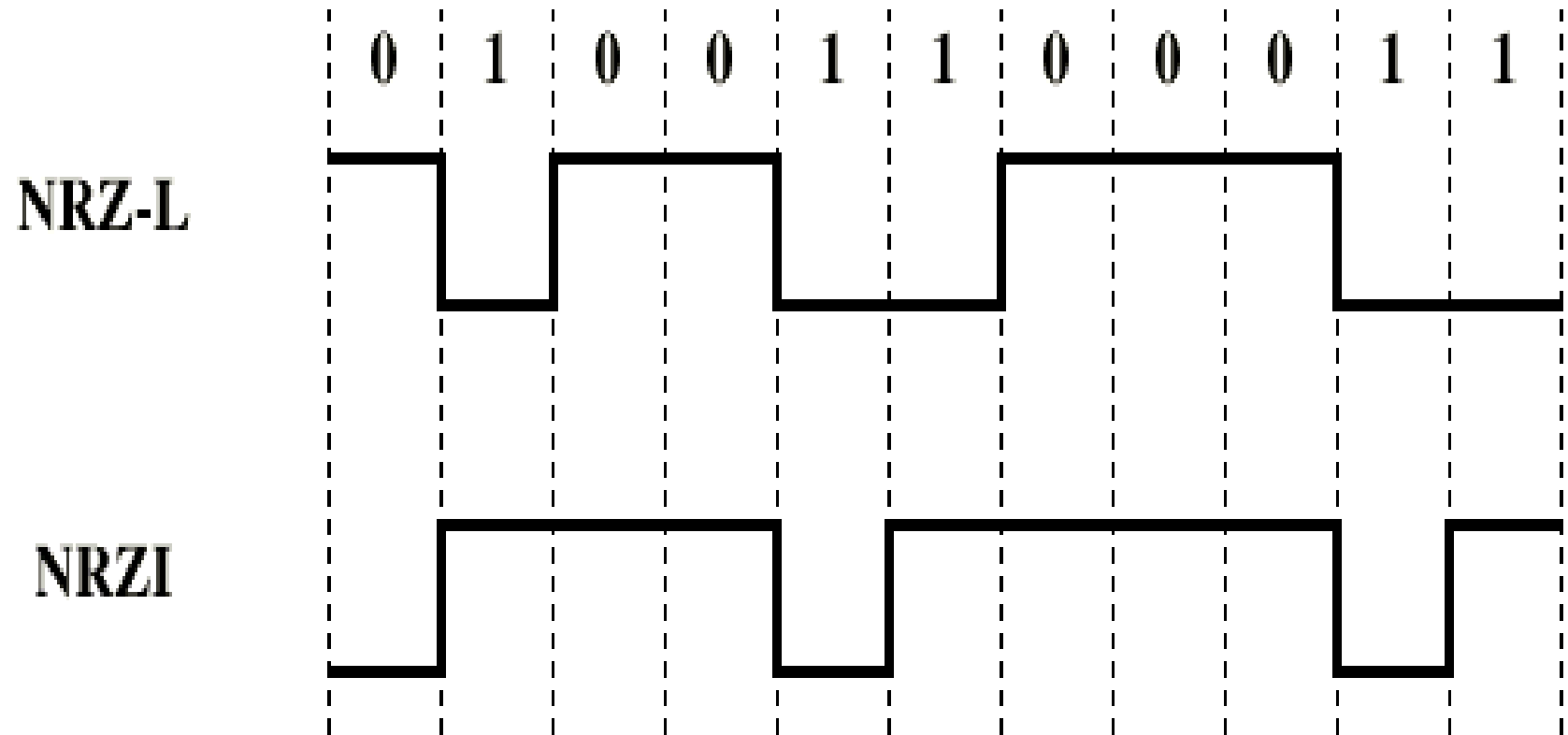
# Nonreturn to Zero-Level (NRZ-L)

- Dua tegangan yang berbeda antara bit 0 dan bit 1
- Tegangan konstan selama interval bit
- Tidak ada transisi yaitu tegangan no return to zero
- Contoh:
- Lebih sering, tegangan negatif untuk satu hasil dan tegangan positif untuk yang lain
- Ini adalah NRZ-L

# Nonreturn to Zero Inverted (NRZI)

- Nonreturn to Zero Inverted (NRZI) dalam kesatuan
- Pulsa tegangan konstan untuk durasi bit
- Data dikodekan / diterjemahkan sebagai kehadiran(ada) atau ketiadaan sinyal transisi saat permulaan bit time
- Transisi (dari rendah ke tinggi atau tinggi ke rendah) merupakan biner 1
- Tidak ada transisi untuk biner 0
- Sebagai contoh encoding differential

# NRZ



# Encoding differential

- Data menggambarkan perubahan daripada level
- Deteksi yang lebih dapat dipercaya untuk transisi daripada level
- Pada transmisi yang lebih komplek layoutnya lebih mudah hilang pada polatitas

# NRZ pros and cons

- Pros
  - Mudah untuk teknisi
  - Membuat kegunaan bandwidth menjadi baik
- Cons
  - Komponen dc
  - Kekurangan dari kapasitas sinkronisasi
- Digunakan untuk recording magnetik
- Tidak sering digunakan untuk transmisi sinyal

# Biner Multilevel

- Digunakan lebih dari 2 level
- Bipolar-AMI
- Zero menggambarkan tidak adanya line signal
- Satu menggambarkan positif atau negatif sinyal
- Satu pulsa menggantikan dalam polaritas
- Tidak ada kerugian dalam sinkronisasi jika panjang tali (nol masih bermasalah)
- Bandwidth rendah
- Tidak ada jaringan untuk komponen dc
- Mudah mendeteksi error

# Pseudoternary

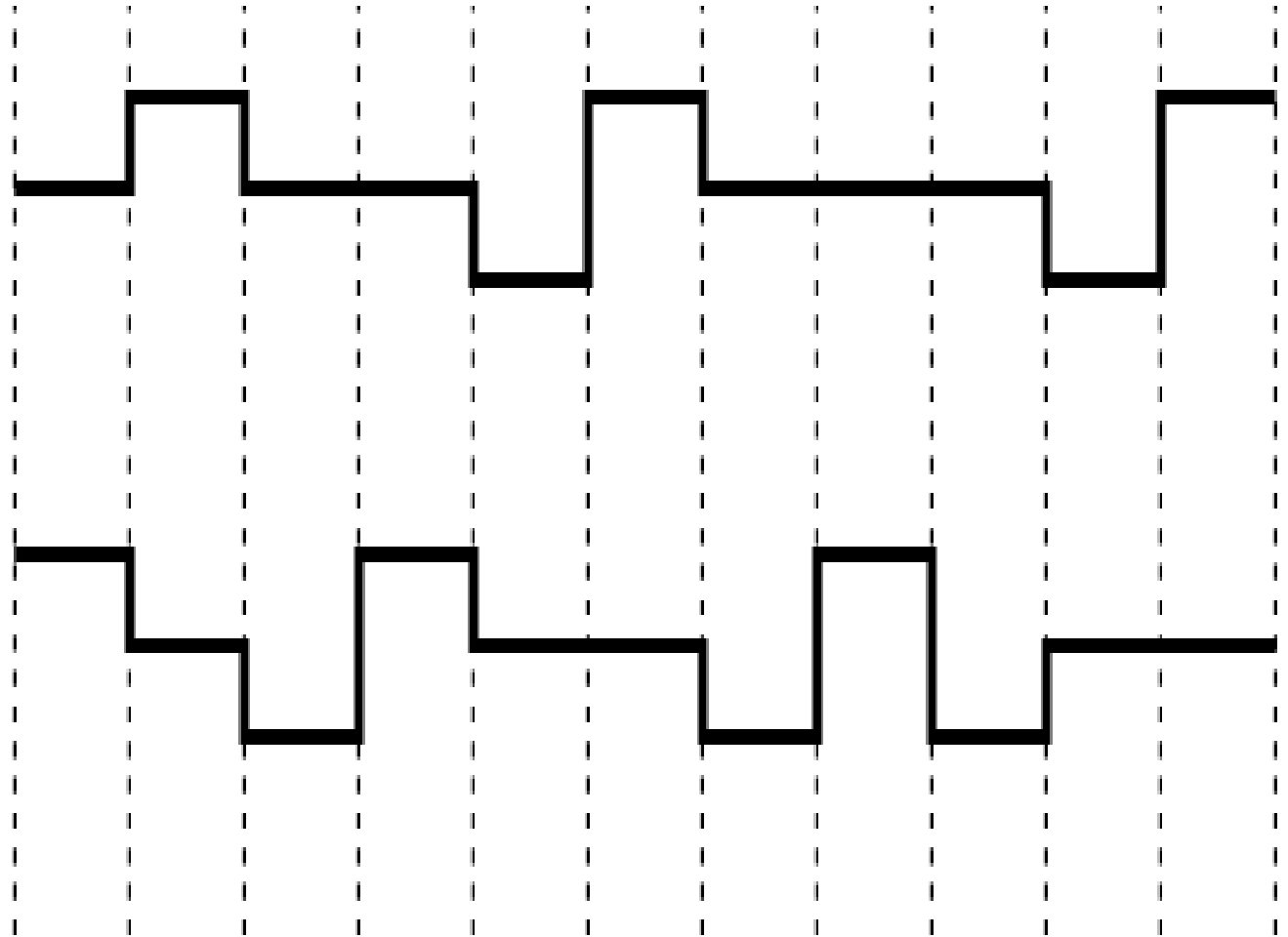
- Satu menggambarkan adanya jalur sinyal
- Zero menggambarkan perwakilan dari positif dan negatif
- Tidak adanya keuntungan atau kerugian pada bipolar-AMI



# Bipolar-AMI and Pseudoternary

**Bipolar-AMI**  
(most recent  
preceding 1 bit has  
negative voltage)

**Pseudoternary**  
(most recent  
preceding 0 bit has  
negative voltage)



# Pertukarn untuk biner multilevel

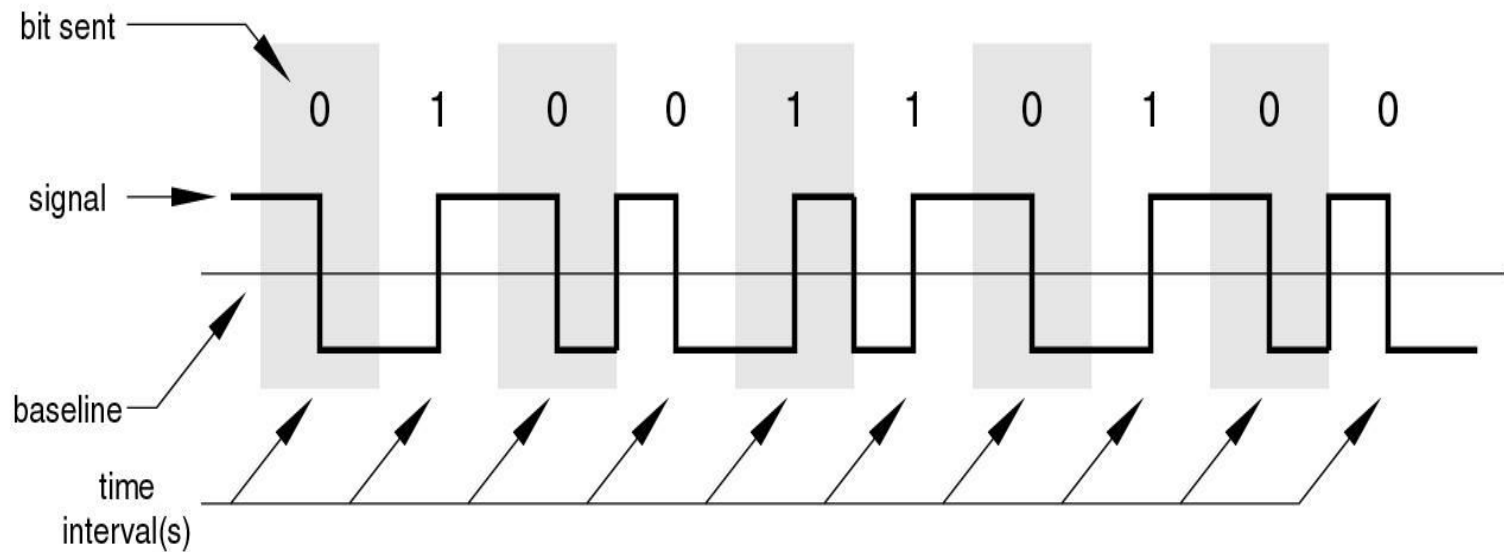
- Tidak ada efisiensi pada NZR
  - Tiap elemen sinyal hanya menggambarkan satu bit
  - Pada 3 level sistem dapat menggambarkan  $\log_2 3 = 1.58$  bits
  - Receiver harus membedakan diantara 3 level (+A, -A, 0)
  - Membutuhkan kira-kira lebih dari 3db kekuatan sinyal untuk kemungkinan yang sama dalam bit error

# Dua fase

- Manchester
  - Transisi di tengah untuk tiap periode bit
  - Perpindahan transisi sebagai clock dan data
  - Rendah ke tinggi menggambarkan nol
  - Tinggi ke rendah menggambarkan zero
  - Digunakan IEEE 802.3
- Differential Manchester
  - Transisi Midbit adalah hanya clocking
  - Transisi dimulai saat periode bit menggambarkan zero
  - Tidak ada transisi yang dimulia saat periode bit dalam menggambarkan nol
  - Catatan : ini adalah pola differential encoding
  - Digunakan IEEE 802.5

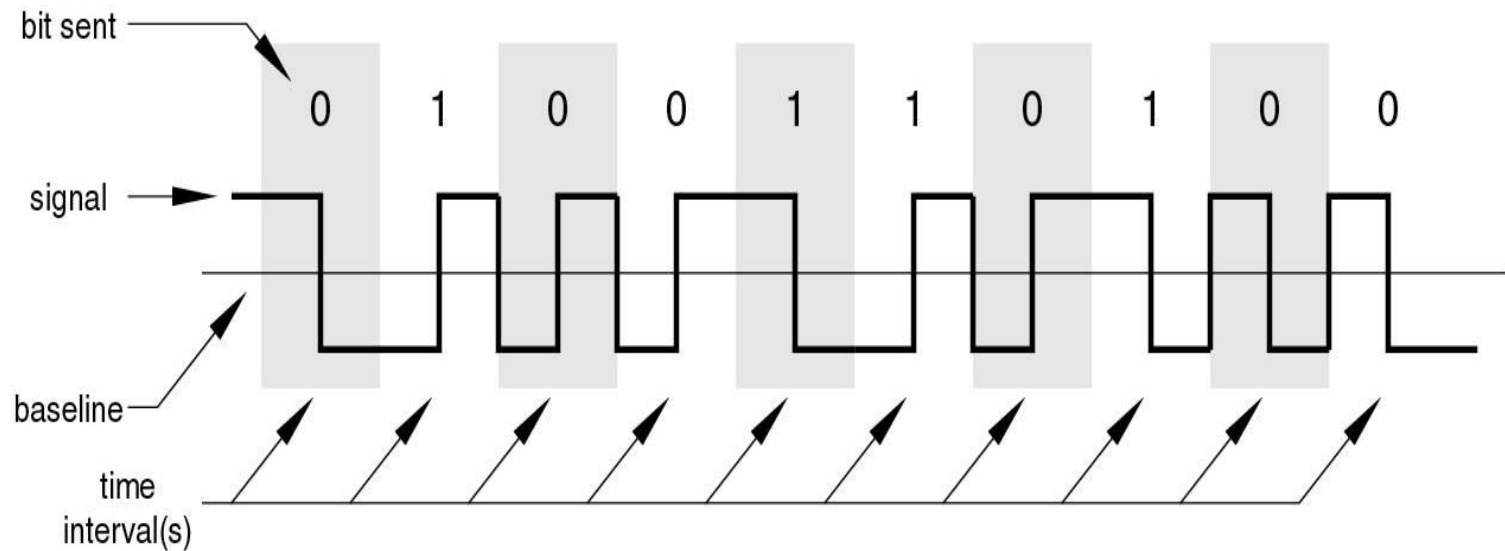
# Manchester Encoding

## Manchester Encoding



# Differential Manchester Encoding

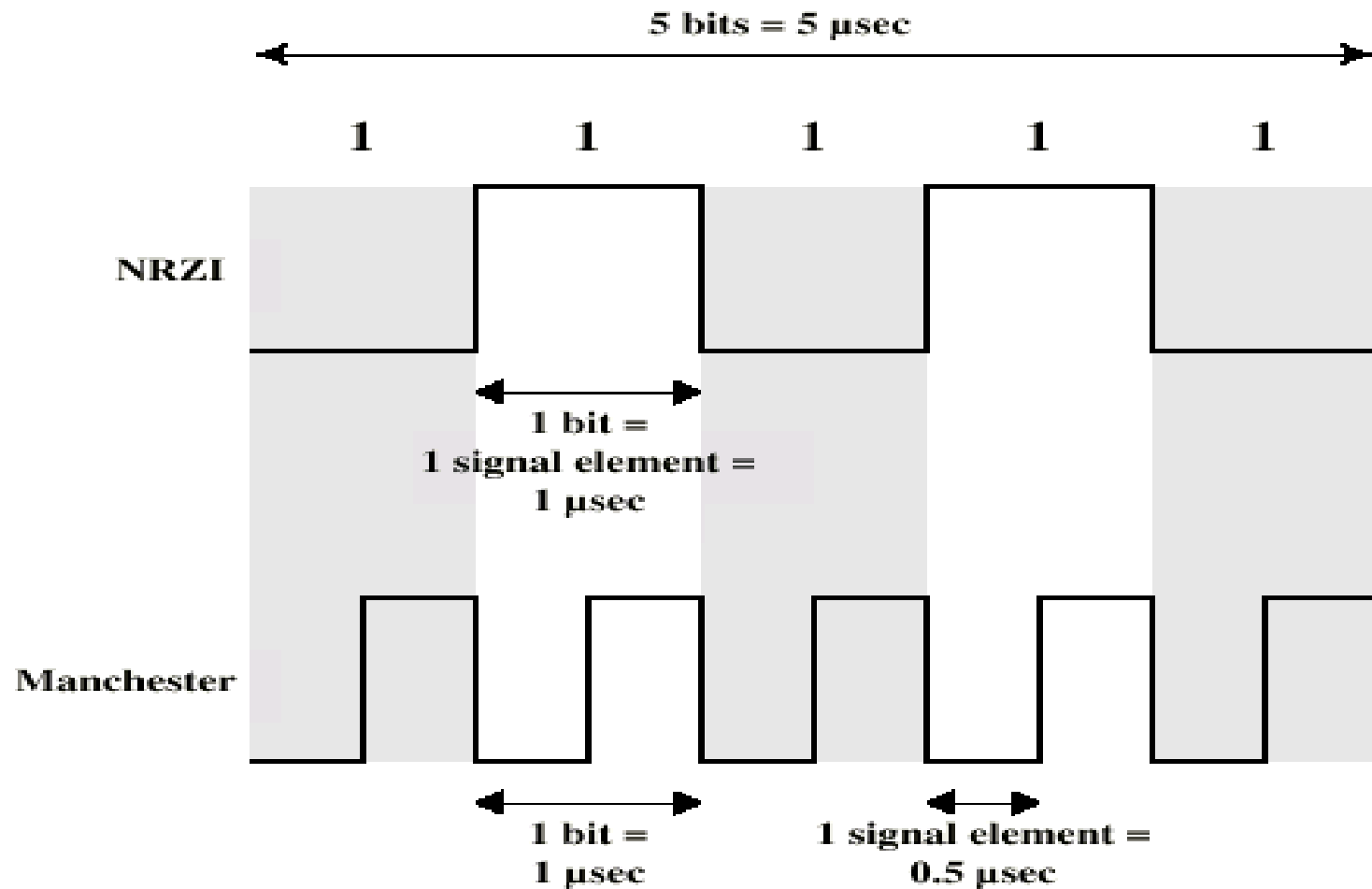
## Differential Manchester Encoding



# Pros dan Cons dua fase

- Con
  - Paling sedikit satu transisi tiap bit time dan kemungkinan dua
  - Kecepatan modulasi maksimum adalah kedua NZR
  - Memerlukan lebih banyak bandwidth
- Pros
  - Sinkronisasi dalam transisi bit mid (clocking sendiri)
  - Tidak ada komponen dc
  - Pendeteksian error
    - Kehadiran dalam transisi yang diharapkan

# Kecepatan Modulasi



# Scrambling

- Penggunaan Scrambling untuk menggantikan rangkaian yang menghasilkan tegangan konstan.
- Rangkaian Filling
  - Harus cukup menghasilkan transisi untuk sinkronisasi
  - Harus dapat diakui oleh receiver dan digantikan dengan yang asli
  - Panjang sama dengan yang asli
- Tidak ada komponen dc
- Tidak ada rangkaian panjang pada saluran sinyal level zero
- Tidak ada penurunan pada kecepatan data
- Kemampuan pendeteksian error



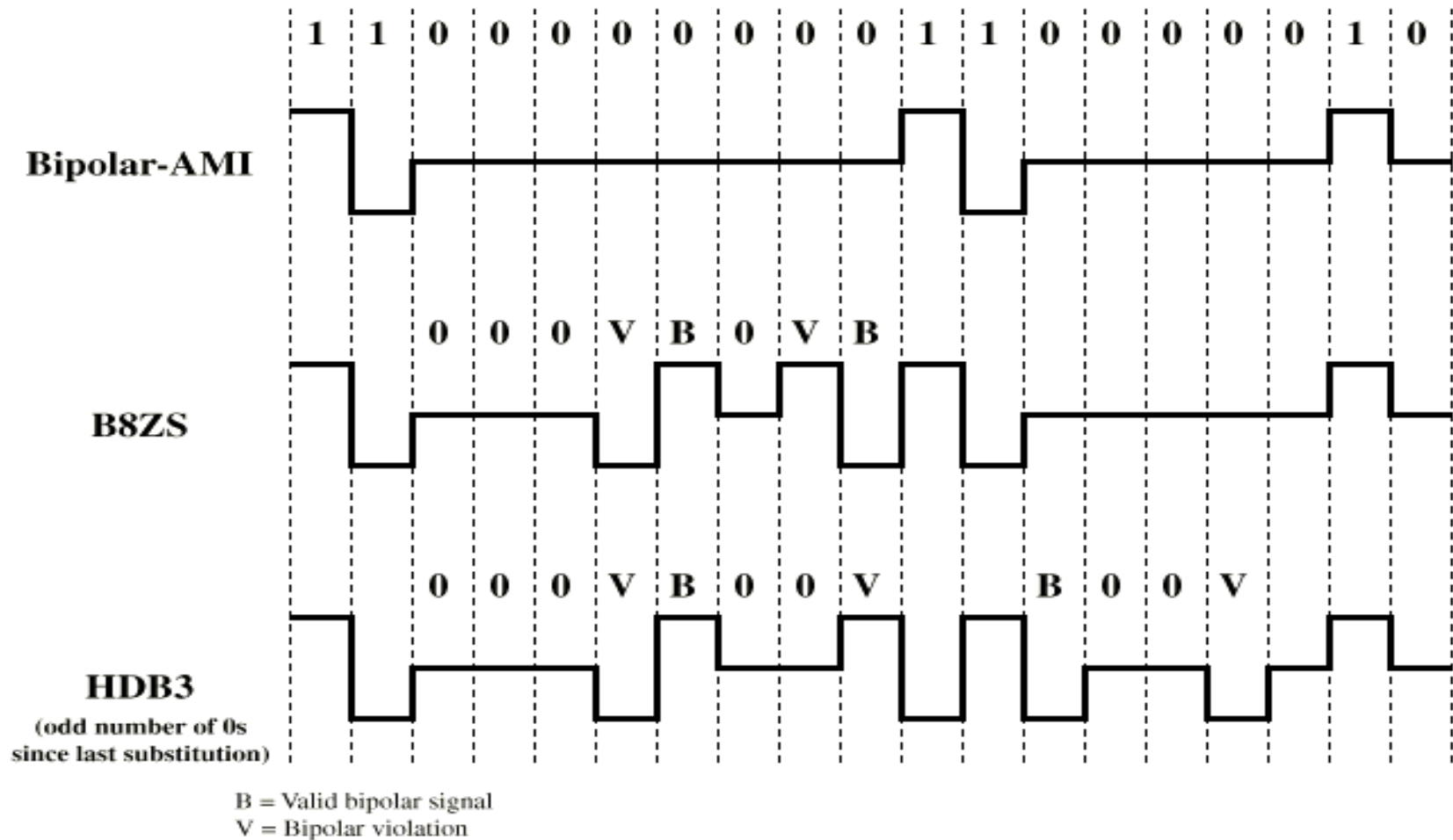
# B8ZS

- Penggantian Bipolar With 8 Zeros
- Didasarkan pada bipolar-AMI
- Jika octet pada semua zero dan pulsa terakhir tegangan yang terdahulu adalah encode positif sebagai 000+-0-+
- Jika octet pada semua zero dan pulsa terakhir tegangan yang terdahulu adalah encode negatif sebagai 000-+0+-
- Karena dua pelanggaran pada kode AMI
- Tidak mungkin untuk terjadi seperti hasil noise
- Receiver mendeteksi dan menerjemahkan seperti octet pada semua zero

# HDB3

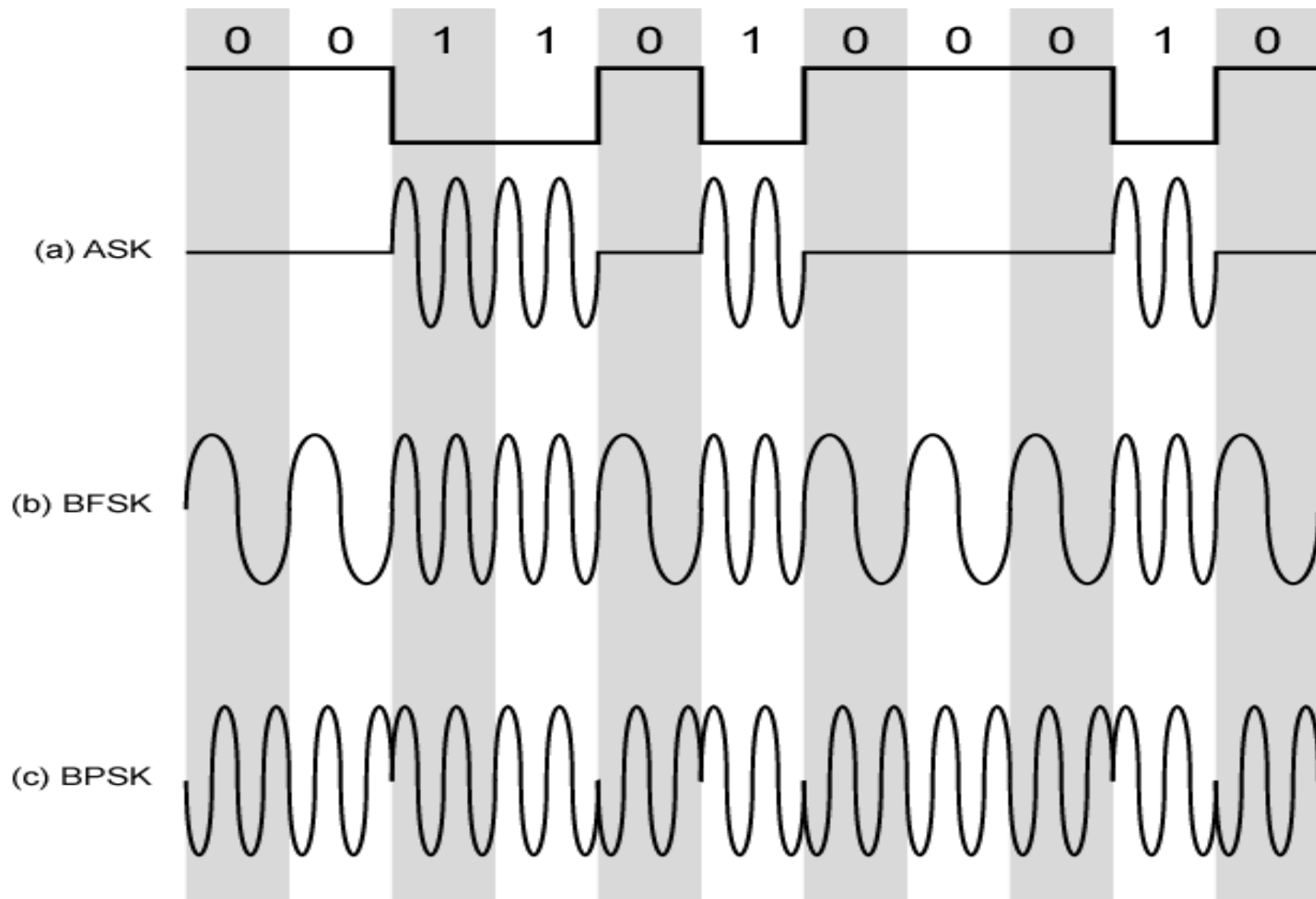
- Kepadatan tinggi Bipolar 3 Zeros
- Didasarkan pada bipolar-AMI
- String pada empat zero digantikan dengan satu atau dua pulsa

# B8ZS dan HDB3



# Data digital, sinyal analog

- Sistem telepon umum
  - 300Hz to 3400Hz
  - Menggunakan modem (modulator-demodulator)
- Amplitude shift keying (ASK)
- Frequency shift keying (FSK)
- Phase shift keying (PSK)



# Amplitude Shift Keying

- Hasil diwakili oleh perbedaan amplitudo pada carrier
- Selalu, satu amplitudo adalah zero
  - Yakni, kehadiran dan ketidakhadiran pada carrier adalah digunakan
- Rentan untuk pergantian gain tiba-tiba
- Tidak efisien
- Sampai dengan 1200bps pada voice grade line
- Digunakan pada fiber optic

# Binary Frequency Shift Keying

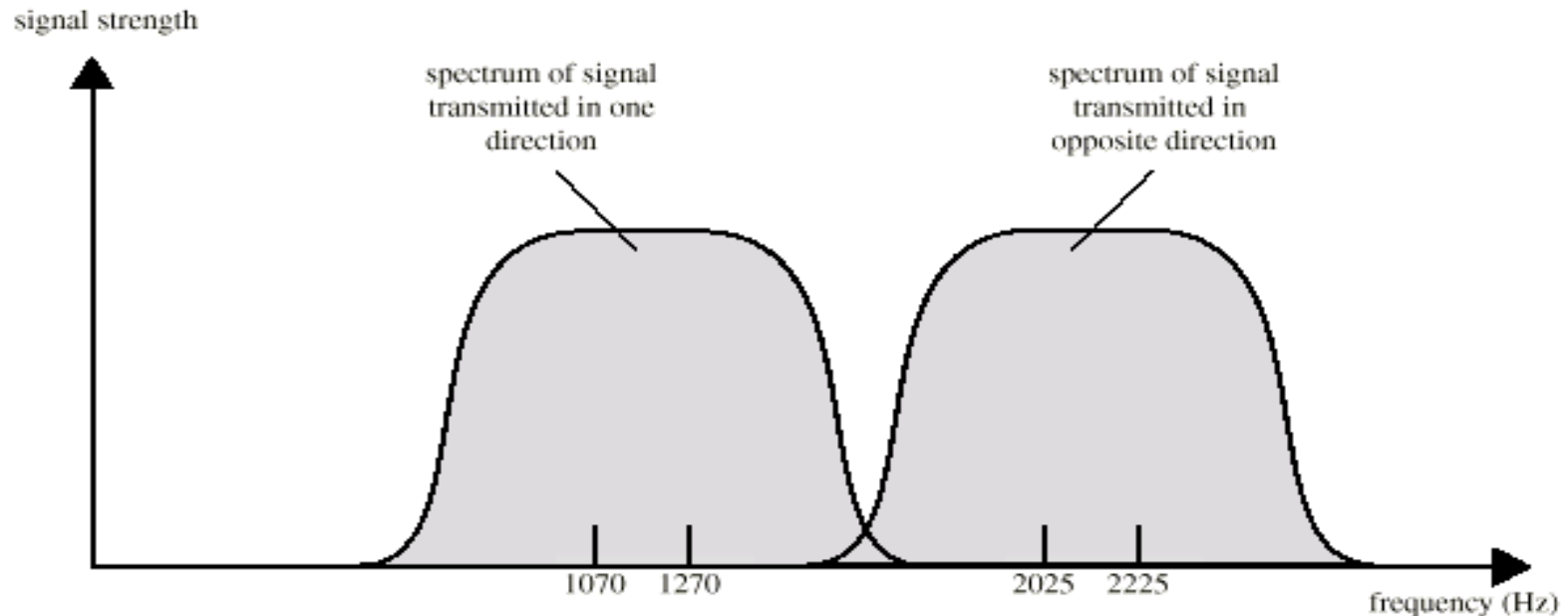
- Secara umum berbentuk binary FSK (BFSK)
- Dua hasil biner diwakili oleh dua frekuensi yang berbeda(carrier dekat)
- Tidak mudah error daripada ASK
- Sampai dengan 1200bps pada voice grade line
- Frekuensi radio tinggi
- Tiap frekuensi tinggi pada LAN menggunakan koaksial

# Multiple FSK

- Digunakan lebih dari dua frekuensi
- Bandwidth lebih efisien
- Lebih mudah error
- Tiap elemen sinyal mewakili lebih dari satu bit



# FSK pada Voice Grade Line

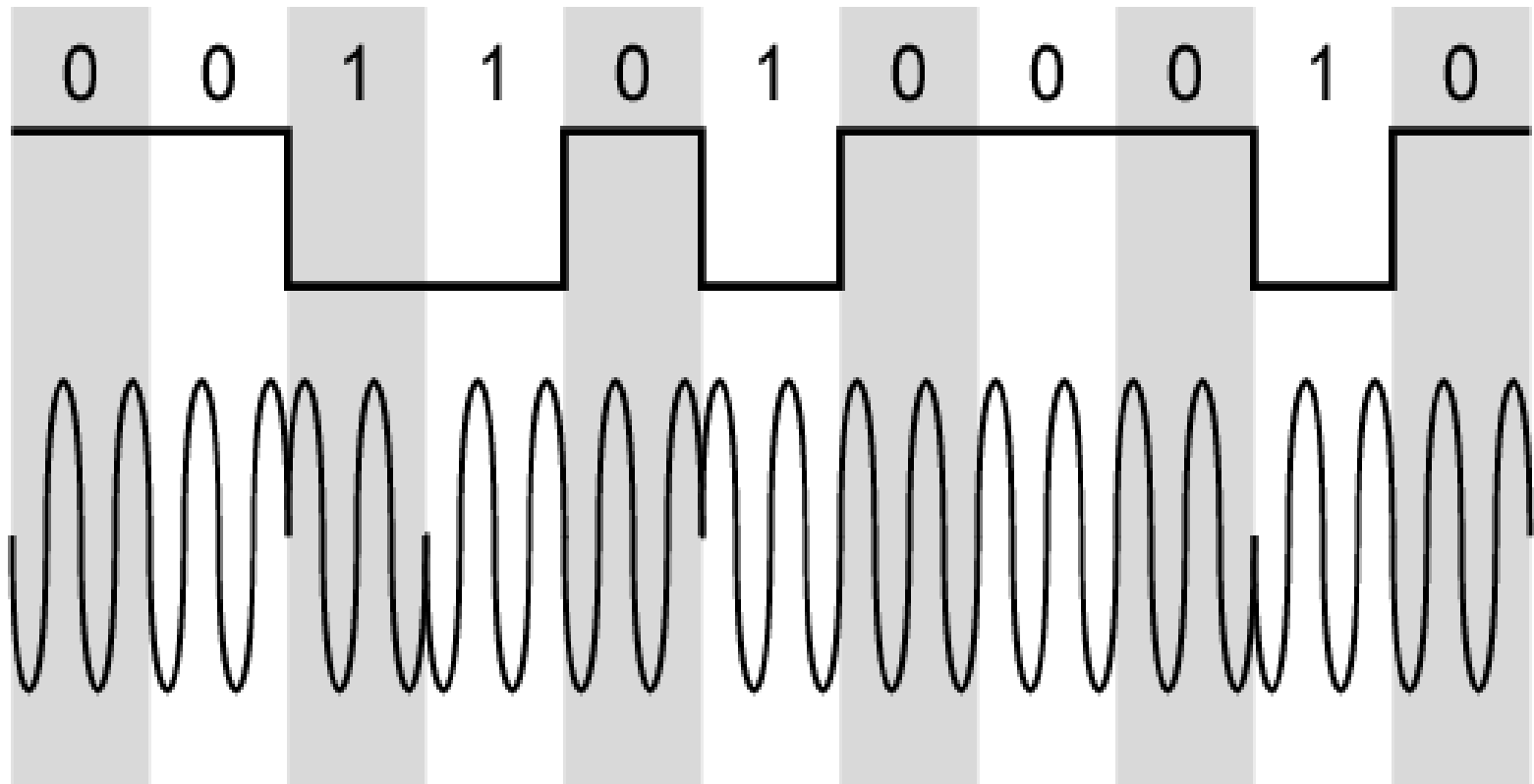


**Figure 5.8 Full-Duplex FSK Transmission on a Voice-Grade Line**

# Phase Shift Keying

- Fase pada sinyal carrier adalah perubahan untuk mewakili data
- Binary PSK
  - Dua fase diwakili dua digit biner
- Differential PSK
- Perubahan fase relatif untuk transmisi sebelumnya lebih dari beberapa sinyal referensi

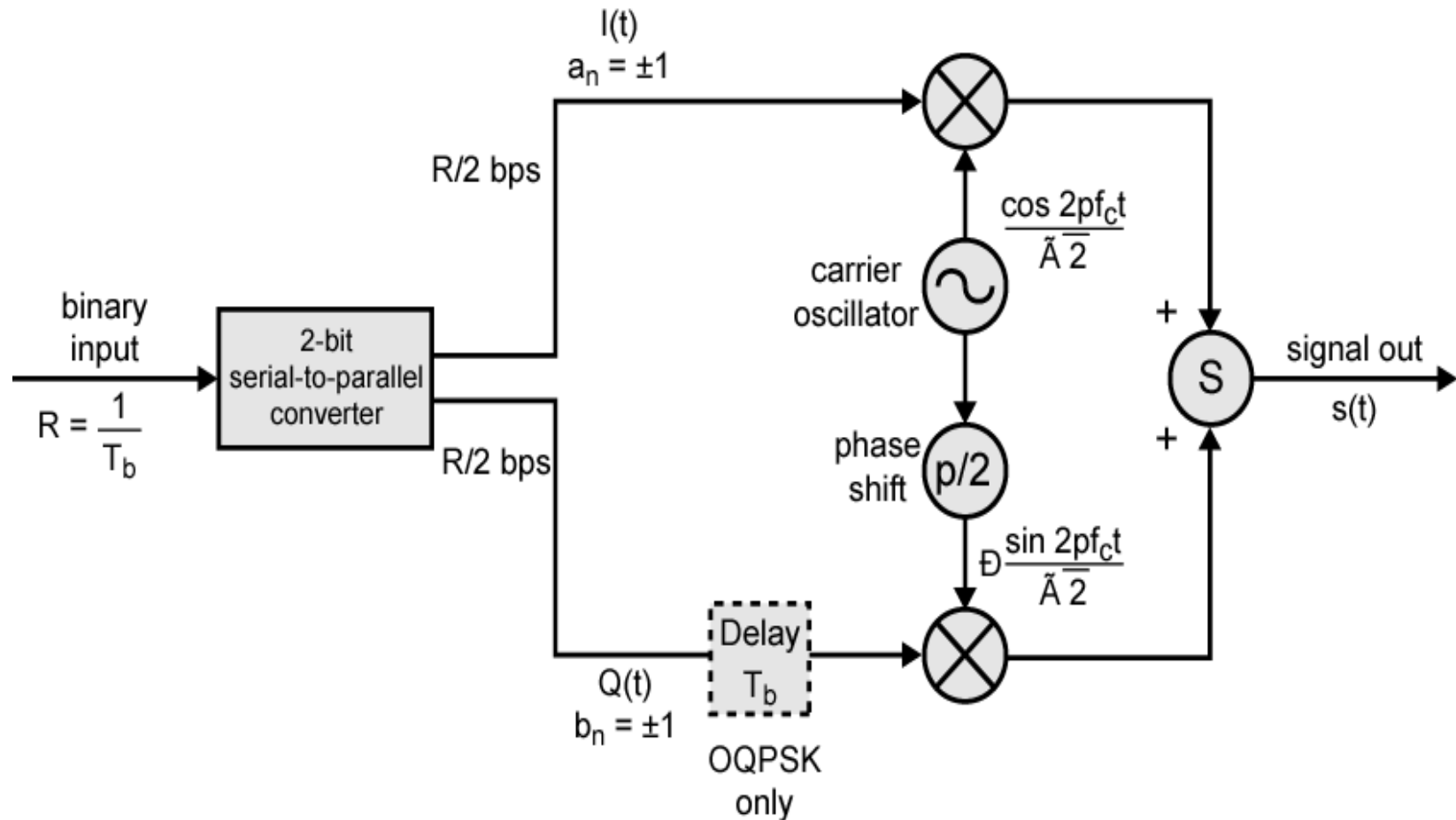
# Differential PSK



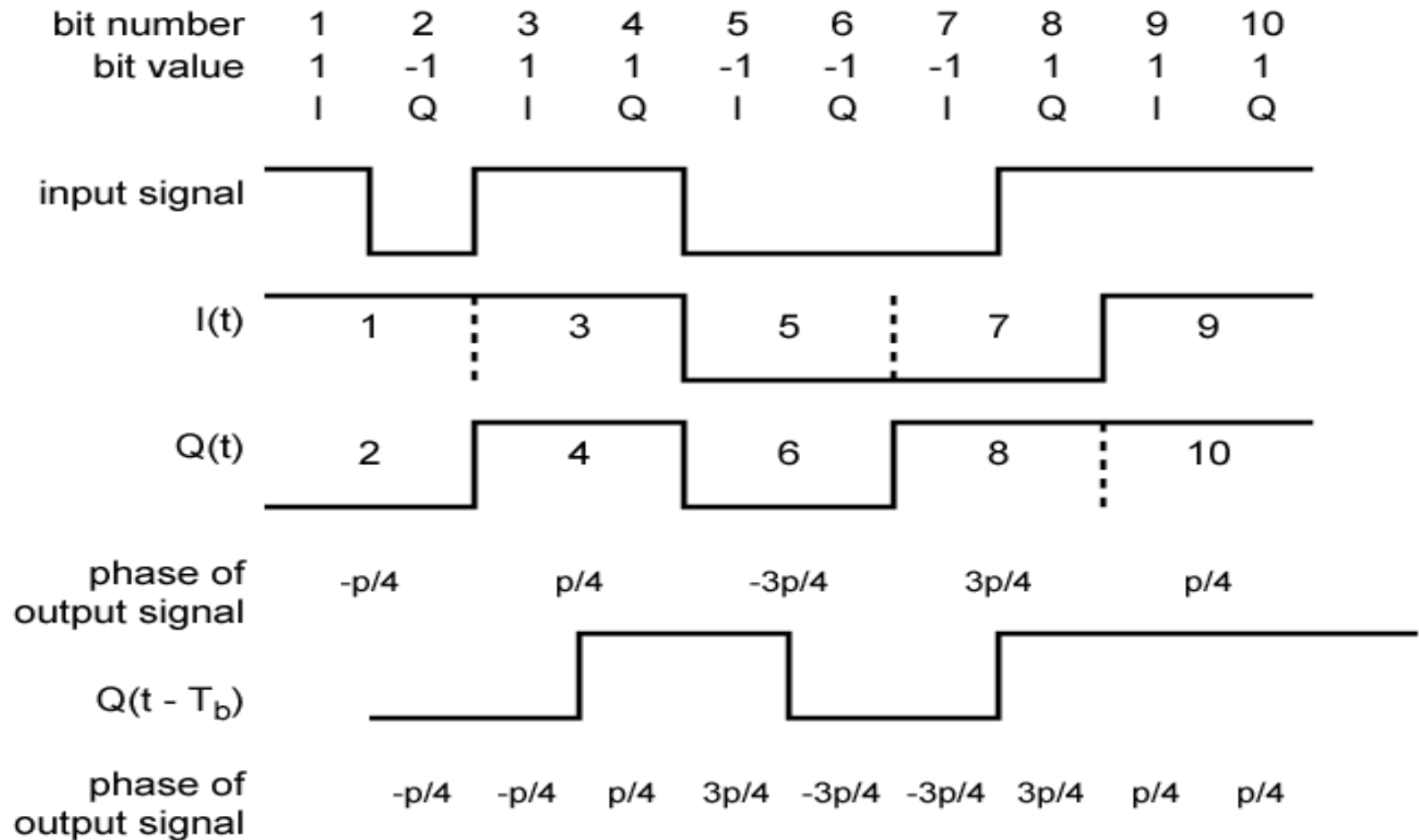
# Quadrature PSK

- Penggunaan lebih efisien oleh tiap elemen sinyal diwakili lebih dari satu bit
- Misalnya perubahan pada  $\pi/2$  ( $90^\circ$ )
- Tiap elemen diwakili dua bit
- Dapat digunakan 8 sudut fase dan memiliki lebih dari satu amplitudo
- 9600bps modem menggunakan sudut 12, empat pada tiap dua amplitudo
- Offset QPSK (orthogonal QPSK)
- Delay dalam aliran Q

# QPSK dan Modulator OQPSK



# Contoh pada gelombang QPSF dan OQPSK



# Performance pada Pola Modulasi Digital ke Analog

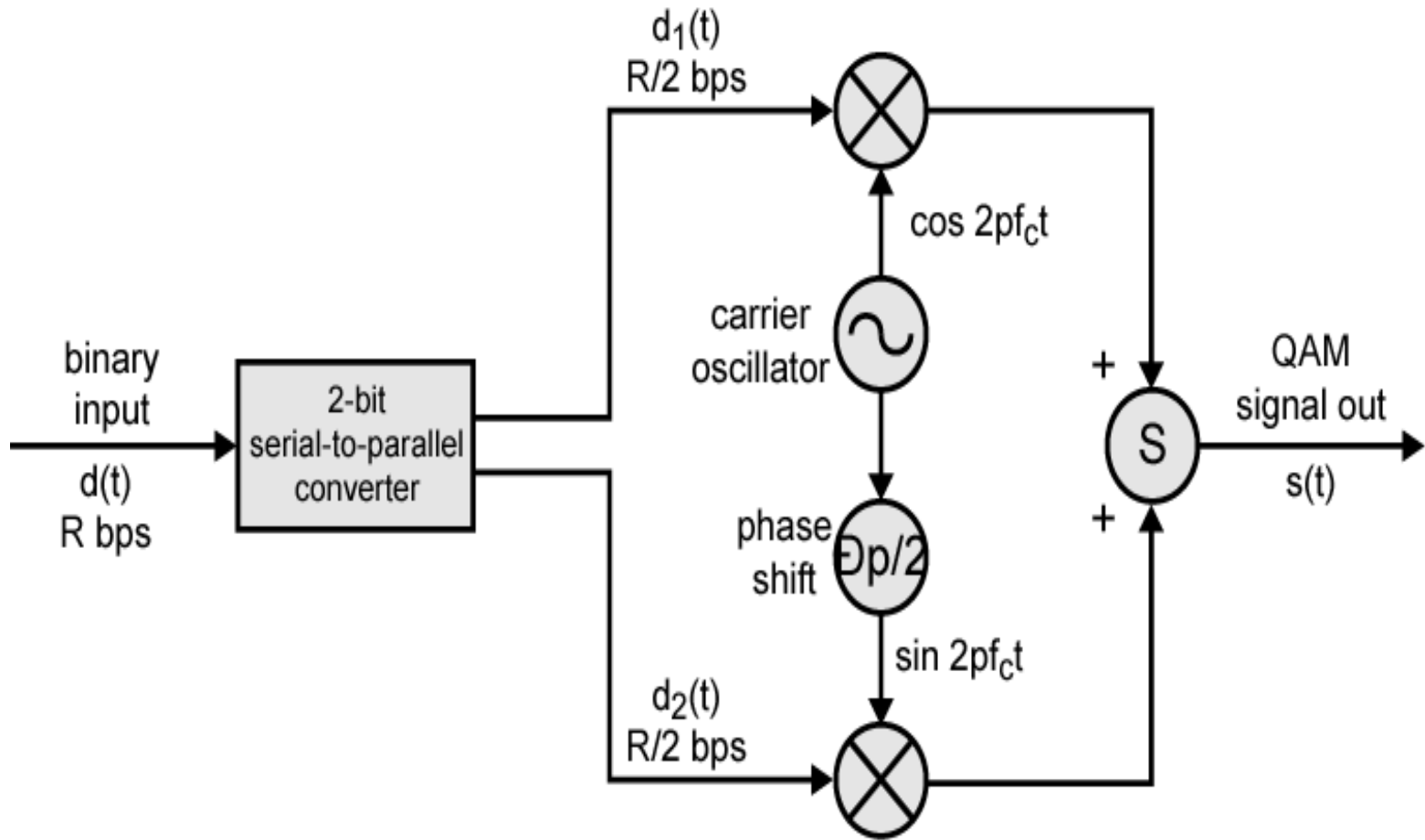
- Bandwidth
- Bandwidth ASK dan PSK berhubungan langsung pada kecepatan bit
- Bandwidth FSK berhubungan pada kecepatan data untuk frekuensi rendah tetapi pada offset frekuensi modulasi untuk frekuensi tinggi carrier
- (lihat Stallings pada math)
- Pada saat noise, kecepatan bit error pada PSK dan QPSK adalah kira-kira 3dB superior untuk ASK dan FSK

# Quadrature Amplitude Modulation

- QAM digunakan pada asymmetric digital subscriber line (ADSL) dan beberapa wireless
- Kombinasi dari ASK dan PSK
- Logical extension pada QPSK
- Dikirimkan dua sinyal simultan yang berbeda dalam frekuensi carrier yang sama
- Digunakan dua copy carrier, satu shifted  $90^\circ$
- Tiap carrier adalah modulasi ASK
- Dua sinyal independen sama media
- Demodulasi dan kombinasi untuk output sinyal original



# QAM Modulator



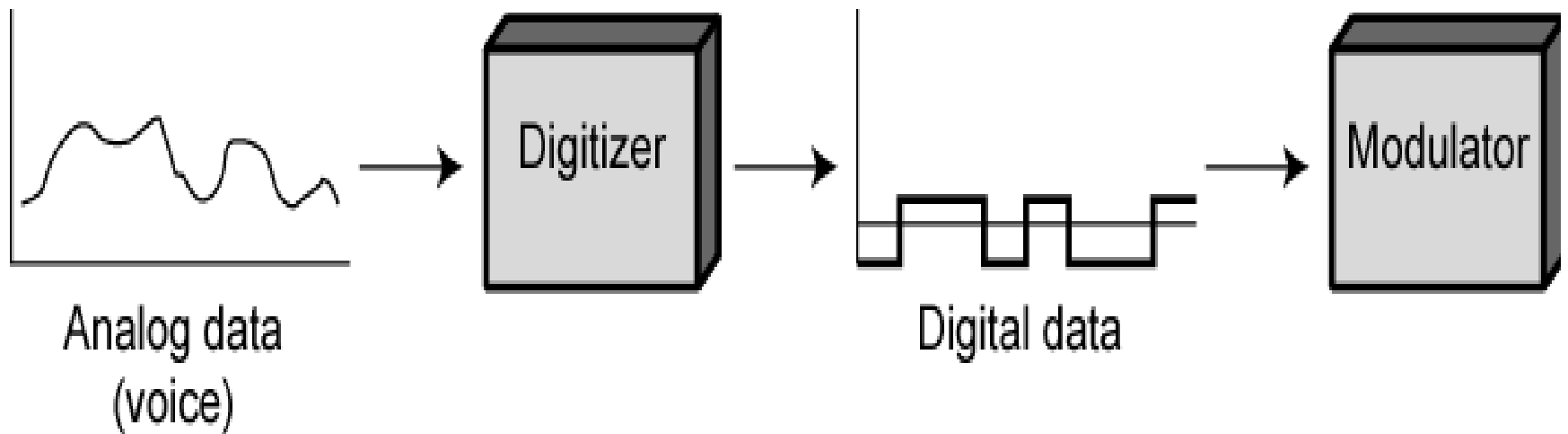
# Level-level QAM

- Dua level ASK
  - Setiap dua aliran dalam satu keadaan
  - Empat sistem keadaan
  - Essentially QPSK
- Empat level ASK
  - Kombinasi aliran menjadi satu pada 16 perubahan
- 64 dan 256 sistem keadaan memiliki implementasi
- Kecepatan data diperbaiki untuk bandwidth yang dinerikan
  - Ditambahkan potensial kecepatan error

# Data Analog, Sinyal Digital

- Digitalisasi
  - Konversi dari data analog ke data digital
  - Data digital dapat ditransmisikan dengan menggunakan NRZ-L
  - Data digital dapat ditransmisikan dengan menggunakan code selain NRZ-L
  - Data digital dapat dirubah menjadi sinyal analog
  - Konfersi analog ke digital menggunakan code
  - Pulse code modulation
  - Modulasi delta

# Digitalisasi Data Analog



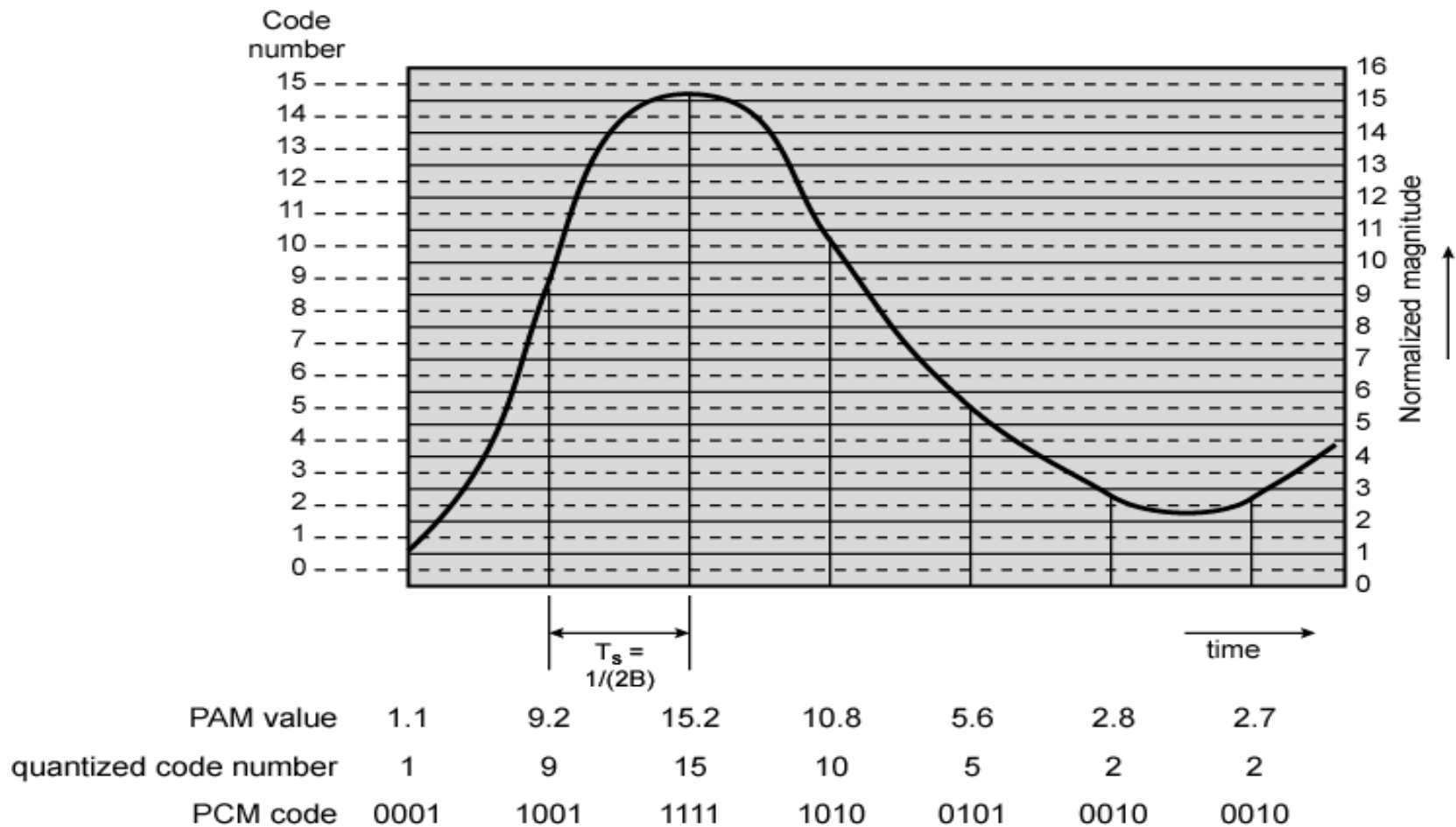
# Pulse Code Modulation(PCM) (1)

- Jika sinyal diambil pada interval regular kecepatannya lebih tinggi daripada kedua sinyal frekuensi, sample menahan banyak informasi pada sinyal original
  - (Proof - Stallings appendix 4A)
- Batas data voice(suara) sampai 4000Hz
- Membutuhkan 8000 sample tiap detik
- Sample-sample analog (Pulse Amplitude Modulation, PAM)
- Tiap sample diberikan nilai digital

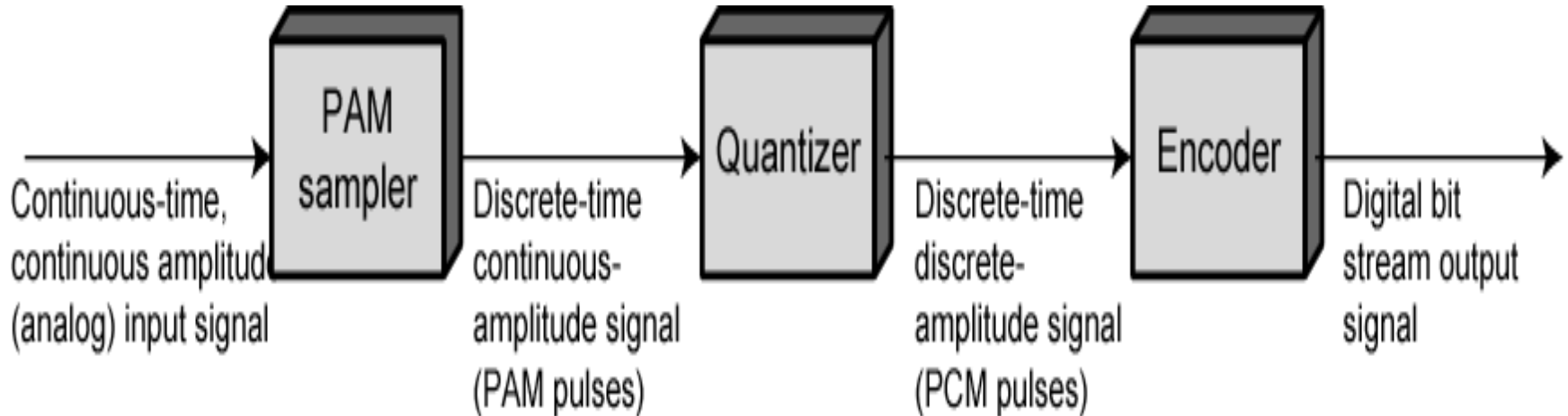
# Pulse Code Modulation(PCM) (2)

- Sistem 4 bit memberi 16 level
- Kualitas
  - Kualitas error atau noise
  - Kira-kira diartikan dimungkinkan untuk menutup kembali ketepatan original
- 8 bit sample memberi 256 level
- Perbandingan kualitas dengan transmisi analog
- 8000 samples tiap detik pada tiap 8 bit memberi 64kbps

# PCM Example



# PCM Block Diagram

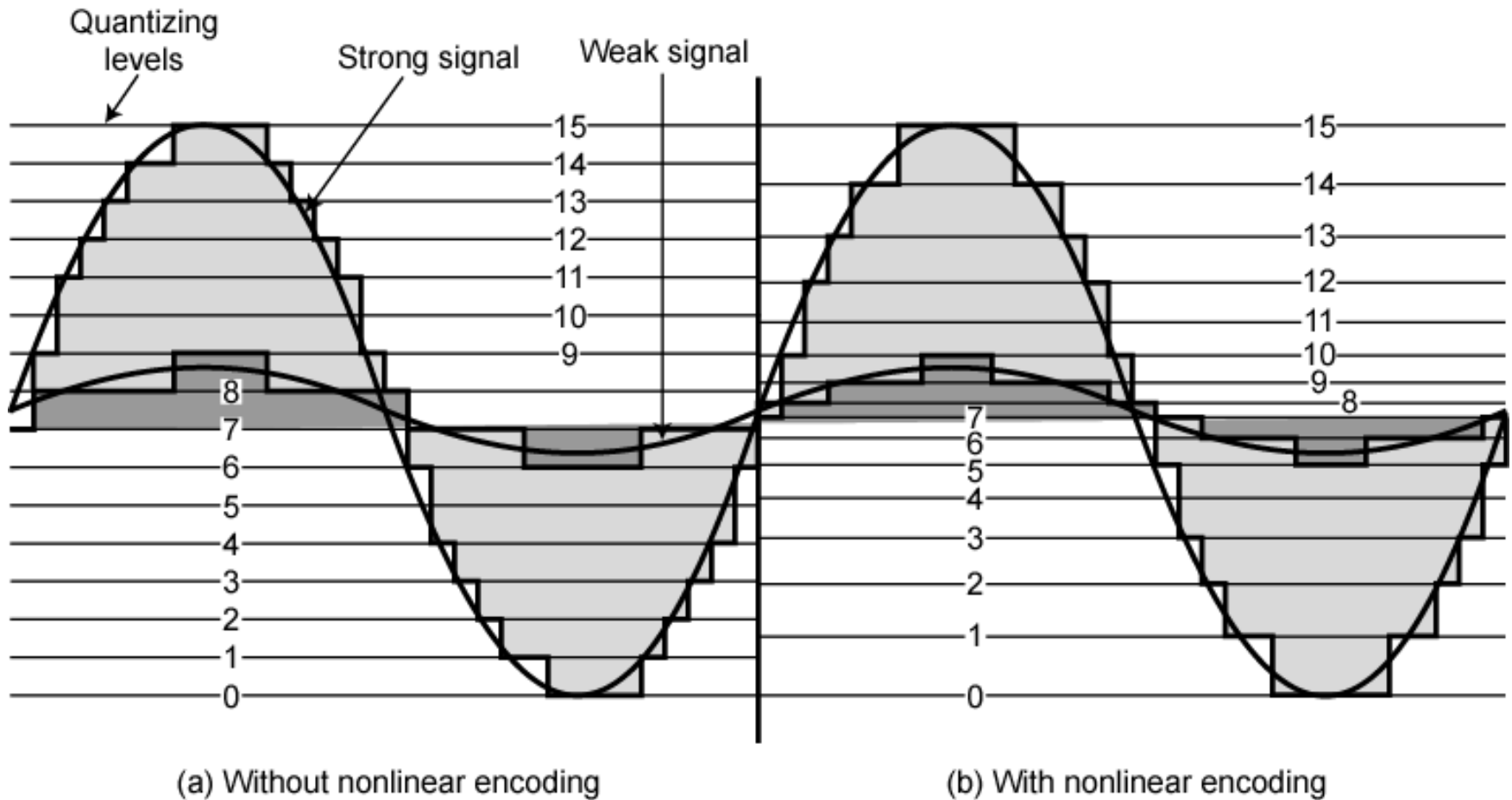




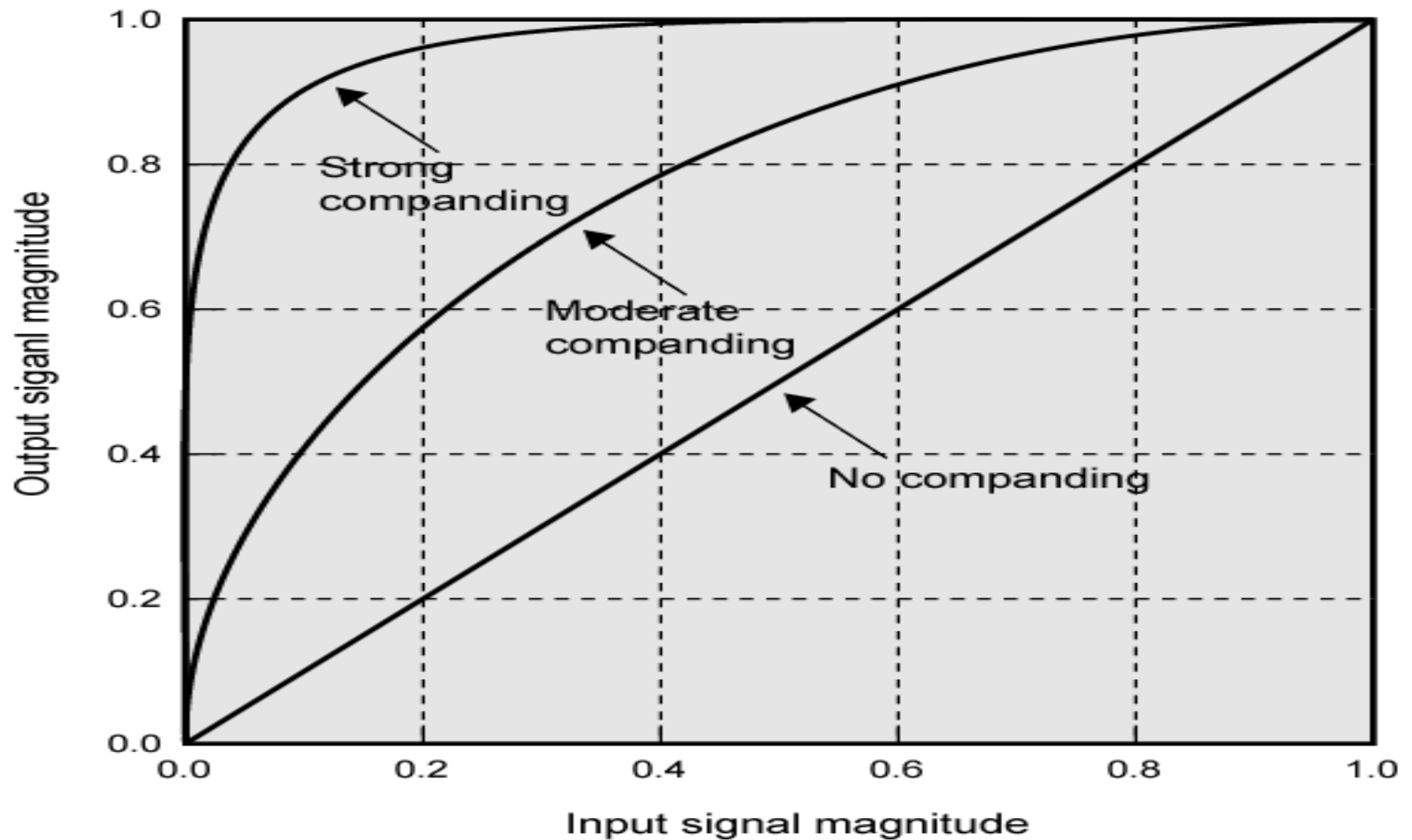
# Nonlinear Encoding

- Kualitas level bukan tempat yang rata
- Mengurangi sinyal distorsi
- Selalu dapat dilakukan oleh companding

# Effect of Non-Linear Coding



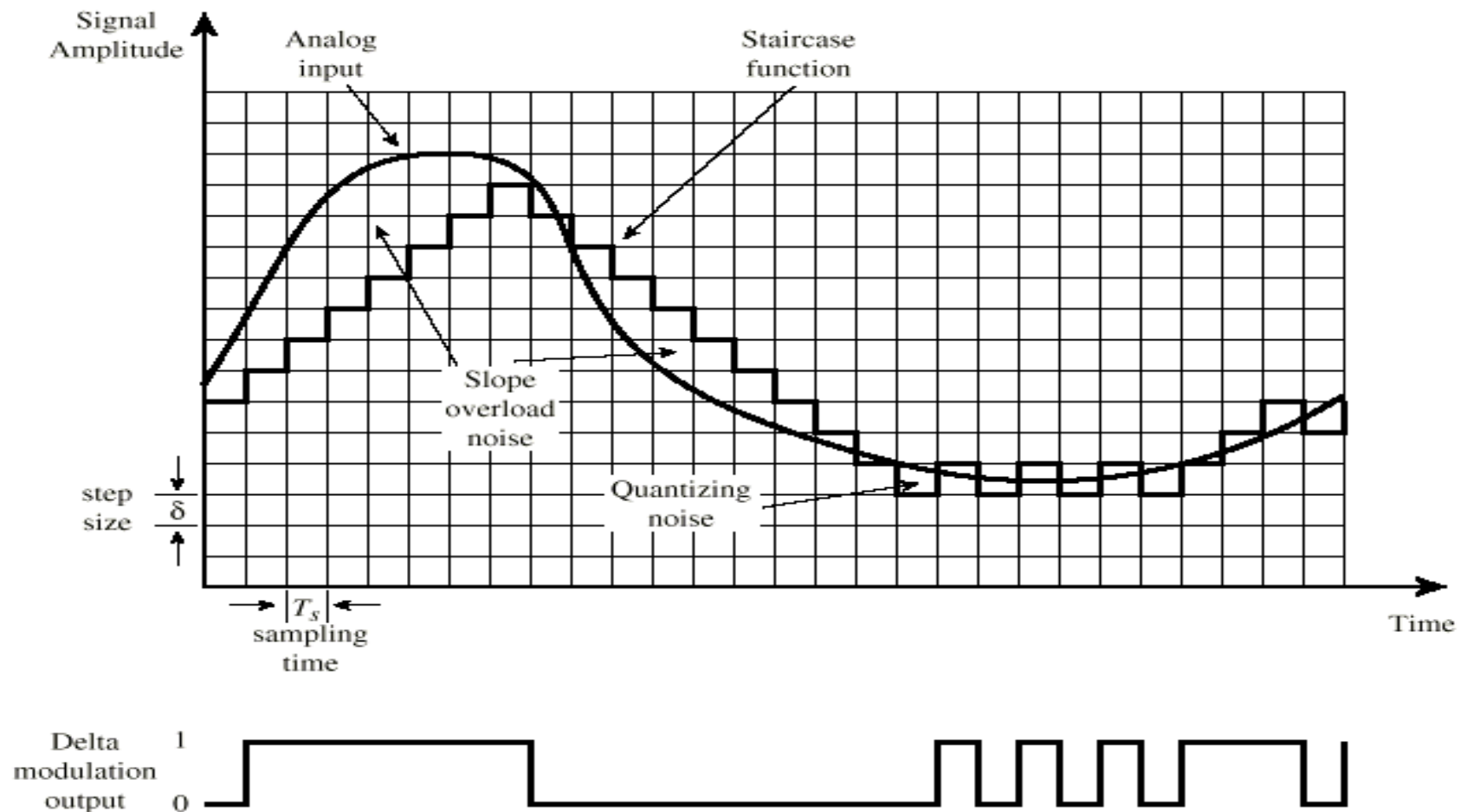
# Tipe Fungsi Componding



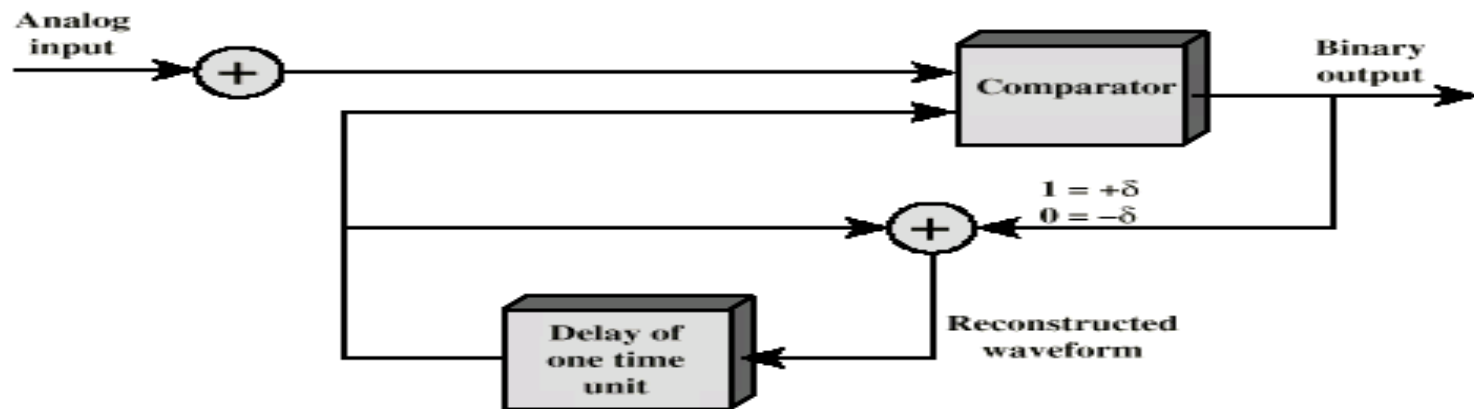
# Modulasi Delta

- Input analog kira-kira seperti fungsi tangga rumah
- Perpindahan naik atau turun satu level ( $\delta$ ) pada tiap sample interval
- Binary behavior
  - Fungsi perpindahan naik atau turun satu level pada tiap sample interval

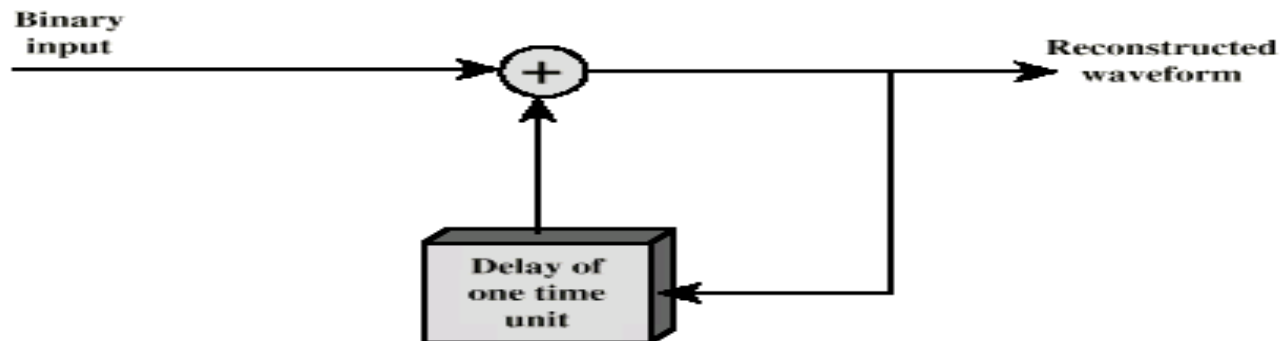
# Modulasi Delta-Contoh



# Modulasi Delta- operasi



(a) Transmission



(b) Reception

# Modulasi Delta - Performance

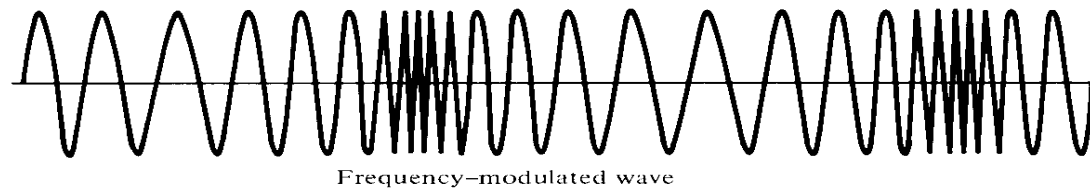
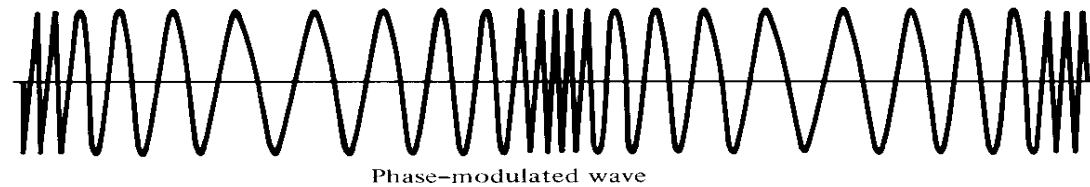
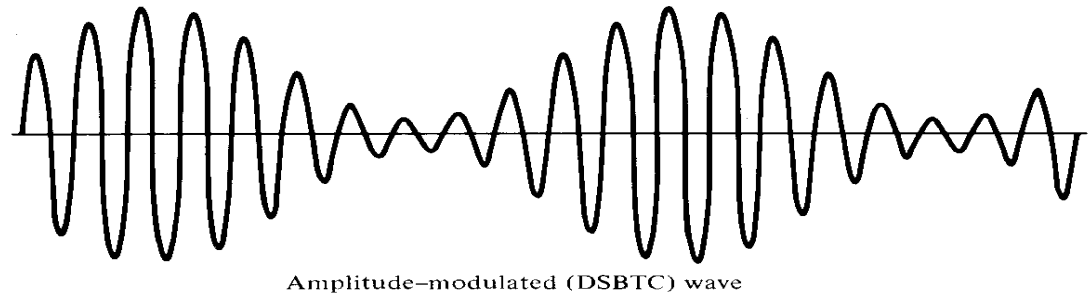
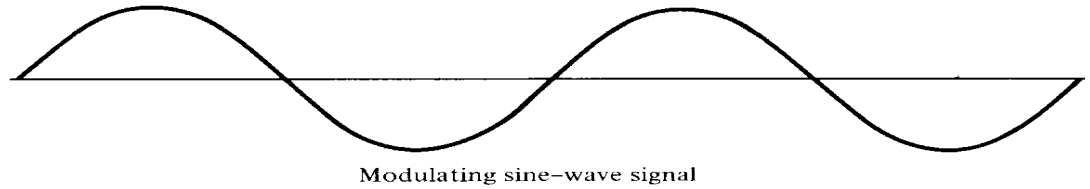
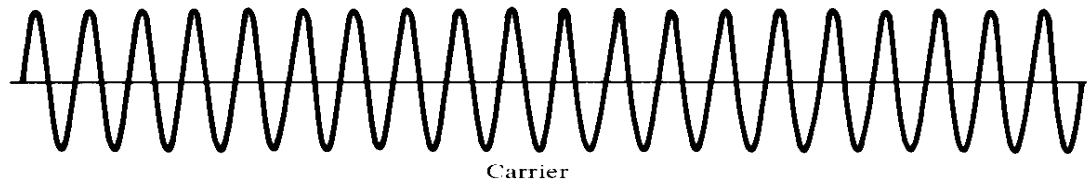
- Menghasilkan suara yang baik
  - PCM - 128 levels (7 bit)
  - Bandwidth suara 4khz
  - Harus  $8000 \times 7 = 56\text{kbps}$  for PCM
- Data compression dapat memperbaiki seperti
  - Misal teknik coding interface pada video

# Data Analog, Sinyal Analog

- Mengapa modulasi sinyal analog?
  - Frekuensi yang tinggi dapat memberikan efisiensi lebih penransmisian
  - Permits frequency division multiplexing (chapter 8)
- Tipe-tipe modulasi
  - Amplitudo
  - Fase
  - Frekuensi



# Modulasi Analog



# Bacaan yang dibutuhkan

- Stallings bab 5