
Bab 5

Pengkodean Data

Teknik Encoding

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

Data Digital, Sinyal Digital

□ Sinyal Digital

- /// Discrete, deretan voltase yang terputus-putus
- /// Tiap pulsa merupakan elemen sinyal
- /// Data biner ditransmisikan melalui pengkodean kedalam bentuk elemen sinyal

- Unipolar

- ▣ Semua elemen sinyal mempunyai tanda yang sama

- Polar

- ▣ Suatu pernyataan direpresentasikan sebagai voltase positif dan lainnya sebagai voltase negatif

- Data rate

- ▣ transmisi rate data dinyatakan dalam bit per detik

- Duration or length of a bit

- ▣ jumlah waktu yang yang diambil tranmitter untuk memancarkan bit

- Modulation rate

- ▤ diukur dalam baud = elemen-elemen sinyal perdetik

- Mark and Space

- ▤ menunjuk pada digit biner 0 dan 1

Mengartikan sinyal

- Harus diketahui
 - ▣ Pewaktuan setiap bit - kapan mulai dan berakhir
 - ▣ Level sinyal pada masing-masing posisi bit
- Faktor yang menentukan kesuksesan dalam mengartikan sinyal
 - ▣ perbandingan sinyal terhadap derau
 - ▣ rate data
 - ▣ Bandwidth

Perbandingan teknik Pengkodean (1)

□ Spektrum sinyal

- /// Berkurangnya komponen frekuensi tinggi, menyebabkan kurangnya bandwidth
- /// Tanpa dc komponen memungkinkan pengkopelan ac melalui transformer, sebagai isolasi
- /// Mengkonsentrasikan daya ditengah bandwidth

□ Clocking

- /// Sinkronisasi transmitter dan receiver
- /// Clock yang terpisah
- /// Mekanisme sinkronisasi sinyal

Perbandingan teknik pengkodean (2)

- Pedeteksian kesalahan
- Kekebalan terhadap derau dan interferensi sinyal
 - ▣ beberapa kode tertentu, baik untuk mengatasi derau
- Biaya dan kelengkapan
 - ▣ semakin tinggi rate pensinyalan, biaya semakin mahal
 - ▣ beberapa kode memerlukan rate pensinyalan yang lebih besar dari rate data aktual

Teknik Pengkodean

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

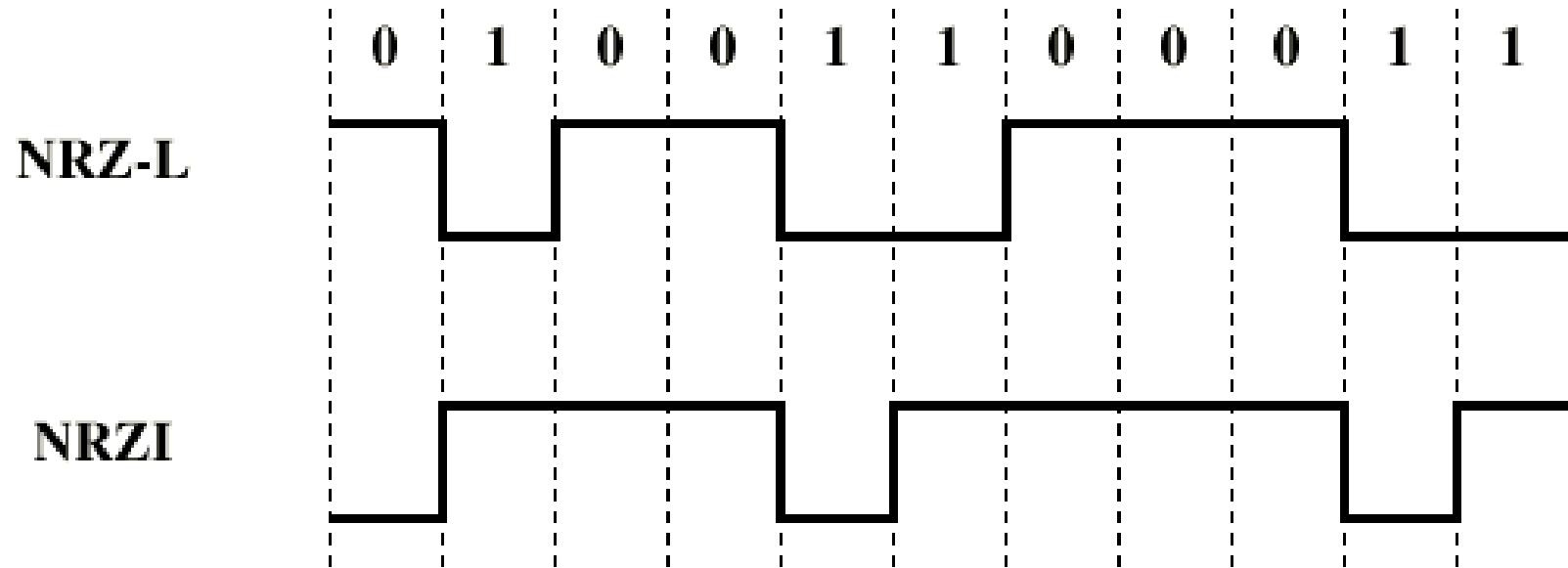
Nonreturn to Zero-Level (NRZ-L)

- Voltase yang berbeda bagi bit 0 dan 1
- Voltase konstan selama interval bit
 - ▣ tidak ada transisi (tidak kembali ke level voltase 0)
- Sebagai contoh ketiadaan voltase untuk biner 0, dan voltase positif konstan untuk biner 1
- Umumnya voltase negatif bagi biner 1 dan voltase positif untuk yang lainnya.

Nonreturn to Zero Inverted

- Voltase pulsa konstan untuk durasi waktu bit
- Data encode ditandai kehadiran atau ketidakhadiran transisi sinyal pada permulaan waktu bit
- Transisi (rendah ke tinggi atau tinggi ke rendah) menunjukkan biner 1
- Tidak ada transisi menunjukkan biner 0
- Merupakan contoh pengkodean differensial

NRZ



Pengkodean Differensial

- Informasi yang ditransmisikan menunjukkan susunan simbol yang berurutan dibanding elemen-elemen sinyal itu sendiri
- Keandalan dalam mendeteksi transisi derau daripada membandingkan nilai tersebut dengan treshold.
- Dalam rancangan transmisi yang rumit, mudah melepaskan polaritas sinyal

Kelebihan dan Kekurangan NRZ

- Kelebihan
 - ▣ mudah
 - ▣ efisien dalam penggunaan bandwidth
- Kekurangan
 - ▣ komponen dc
 - ▣ kurang kemampuan sinkronisasi
- digunakan untuk perekaman magnetik digital
- tidak menarik untuk digunakan dalam transmisi sinyal

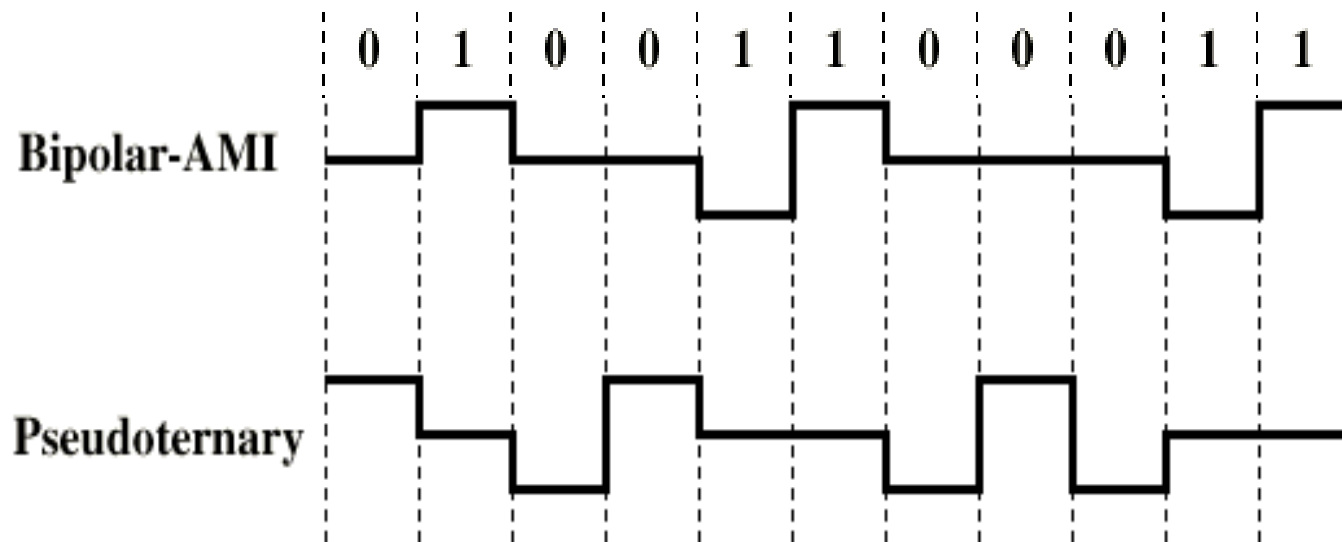
Multilevel Binary

- Menggunakan lebih dari dua level sinyal
- Bipolar-AMI
 - /// Biner 0 dinyatakan melalui non sinyal
 - /// Biner 1 dinyatakan oleh pulsa positif atau negatif
 - /// Pulsa Biner 1 harus berganti-ganti polaritasnya
 - /// Kehilangan sinkronisasi tidak akan terjadi bila muncul string panjang 1
 - /// Tidak ada komponen dc murni
 - /// Bandwidth rendah
 - /// Mudah mendeteksi kesalahan

Pseudoternary

- Biner 1 menyatakan tidak ada sinyal
- Biner 0 menyatakan pulsa yang berganti-ganti negatif dan positif
- Tidak ada kelebihan atau kekurangan dibandingkan dengan bipolar -AMI

Bipolar-AMI and Pseudoternary



Trade Off for Multilevel Binary

□ Tidak seefisien NRZ

- /// Tiap elemen sinyal dinyatakan dalam 1 bit
- /// Pada sistem level 3 sinyal dapat dinyatakan dalam $\log_2 3 = 1.58$ bits
- /// Receiver sinyal harus dapat membedakan ketiga level (+A, -A, 0)
- /// Membutuhkan daya sinyal kira-kira lebih dari 3dB untuk kesalahan bit dengan probabilitas yang sama

Biphase

□ Manchester

- /// Transisi di tengah-tengah setiap periode bit
- /// Transisi bermanfaat sebagai mekanisme detak dan data
- /// Transisi rendah ke tinggi menyatakan biner 1
- /// Transisi tinggi ke rendah menyatakan biner 0
- /// Digunakan untuk standard IEEE 802.3

□ Differential Manchester

- /// Transisi pertengahan bit digunakan untuk menyatakan detak
- /// Transisi pada permulaan periode bit menyatakan 0
- /// Ketiadaan transisi pada permulaan periode bit menyatakan 1
- /// Digunakan pada IEEE 802.5

Kelebihan dan Kekurangan Biphase

□ Kekurangan

- /// Memerlukan paling sedikit 1 transisi per bit dan mungkin mempunyai 2 transisi
- /// Rate modulasi maksimum dua kali NRZ
- /// Memerlukan bandwidht yang lebih besar

□ Kelebihan

- /// Sinkronisasi pada pertengahan transisi bit
- /// Tanpa komponen dc
- /// Pendeteksi kesalahan

Rate Modulasi

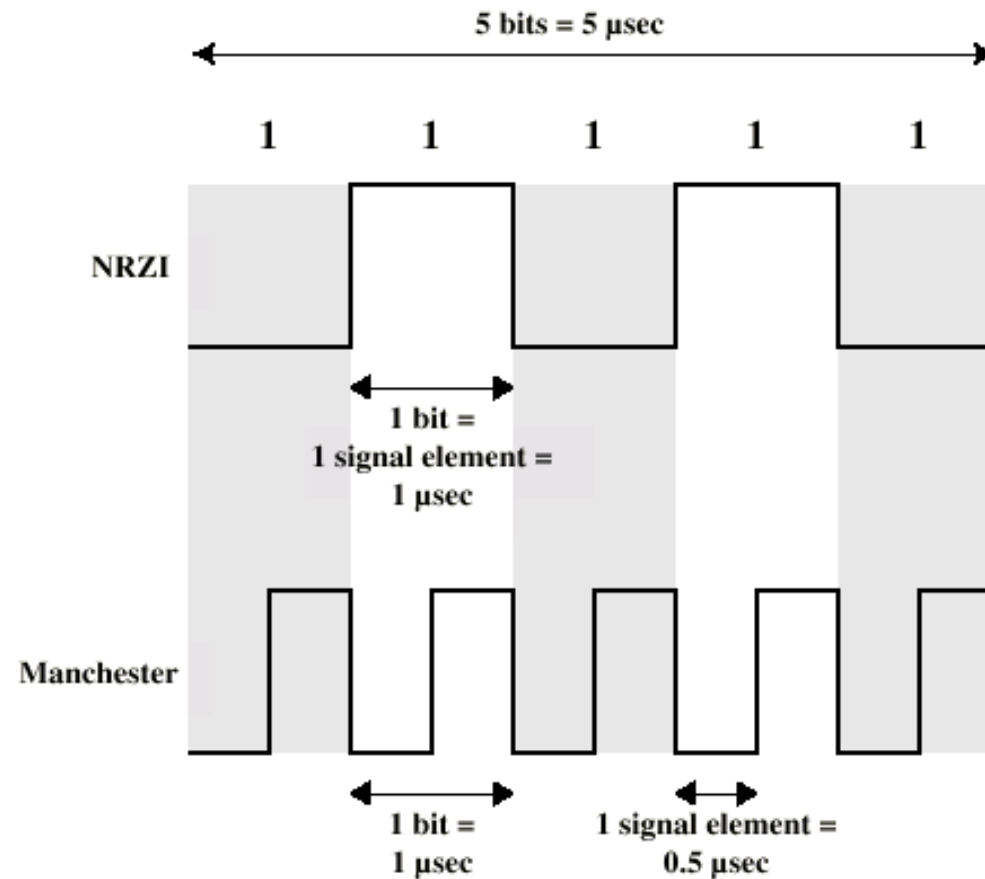


Figure 5.5 A Stream of Binary Ones at 1 Mbps

Scrambling

- Menghasilkan level voltase konstan
- Runtunan pengisi
 - ▣ Menyediakan transisi yang cukup untuk sinkronisasi
 - ▣ Harus dikenal oleh receiver dan akan digantikan oleh runtunan yang asli
 - ▣ Runtunan ini sama panjangnya dengan yang asli
- Tanpa komponen dc
- Tanpa runtunan panjang dari sinyal jalur level 0
- Tanpa pengurangan rate data
- Mampu mendeteksi kesalahan

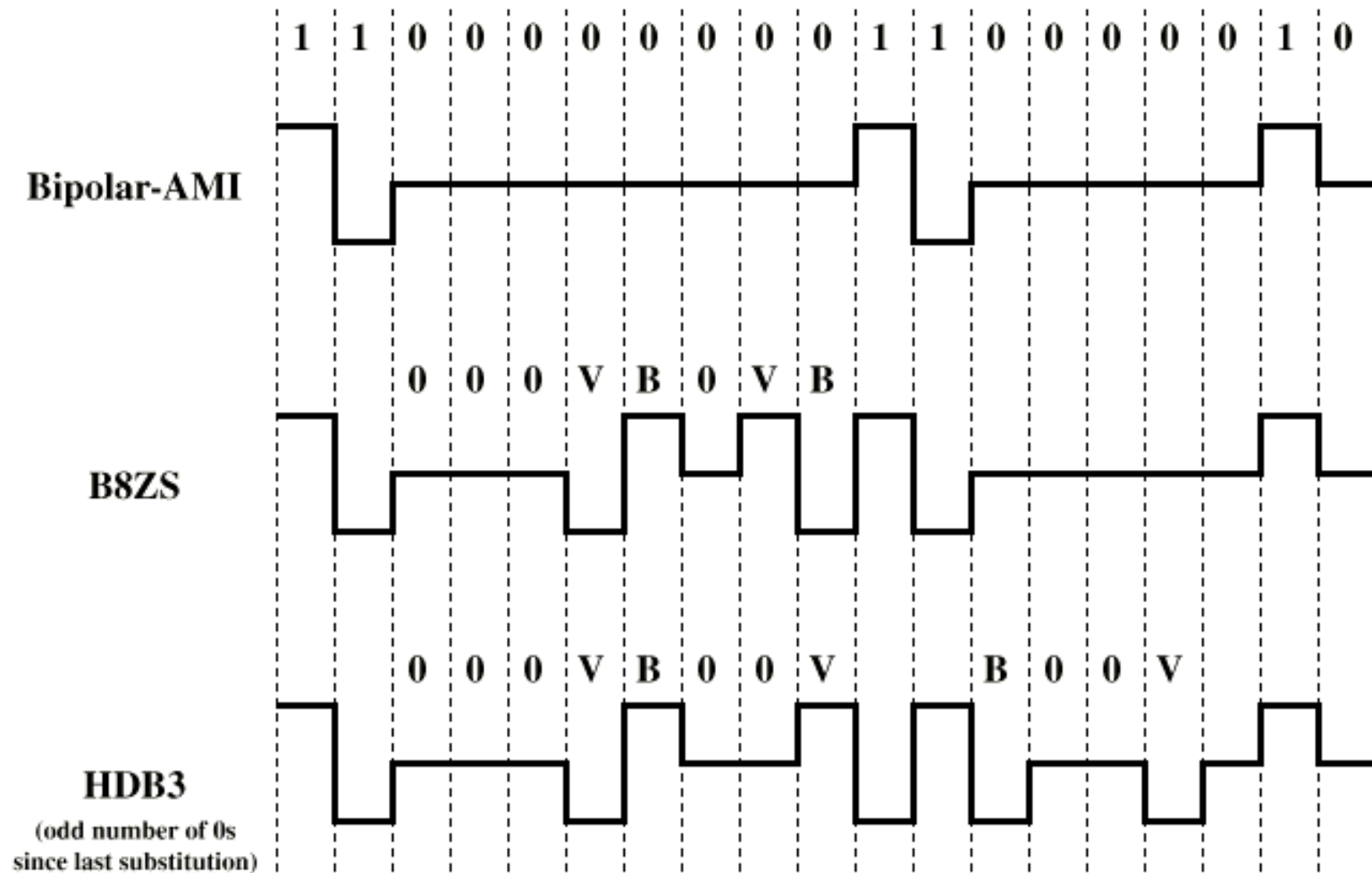
B8ZS

- Bipolar With 8 Zeros Substitution
- Berdasarkan pada bipolar-AMI
- Bila oktaf dari 0 muncul dan pulsa voltase terakhir positif maka dihasilkan 8 nol oktaf yang ditandai dengan 000+ -0- +
- Bila oktaf dari nol muncul dan pulsa voltase terakhir negatif maka dihasilkan 8 nol oktaf yang ditandai dengan 000- +0+ -
- Menyebabkan 2 kode penyimpangan pada AMI
- Tidak mungkin disebabkan oleh derau
- Receiver mendeteksi dan mengartikan oktaf berisi semua nol

HDB3

- High Density Bipolar 3 Zeros
- Berdasarkan bipolar-AMI
- String dari 4 nol menyatakan 1 atau 2 pulsa

B8ZS and HDB3

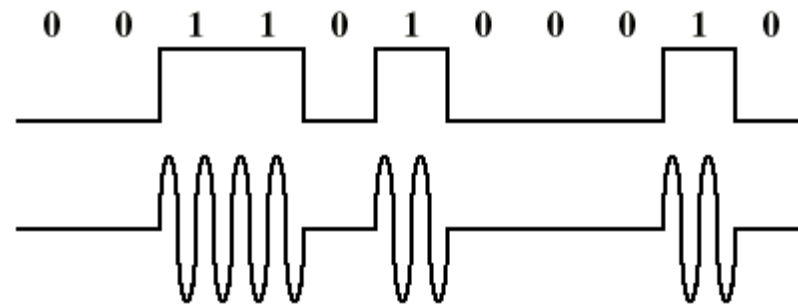


B = Valid bipolar signal
 V = Bipolar violation

Data Digital, Sinyal Analog

- Jaringan Telepon Umum
 - ▣ 300Hz sampai 3400Hz
 - ▣ Menggunakan modem (modulator-demodulator)
- Amplitude shift keying (ASK)
- Frequency shift keying (FSK)
- Phase shift keying (PK)

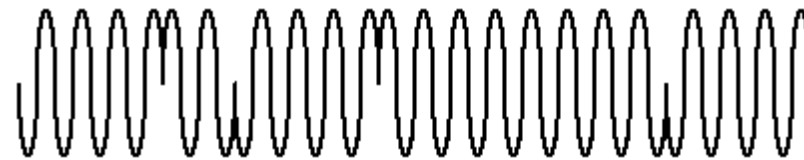
Teknik Modulasi



(a) Amplitude-shift keying



(b) Frequency-shift keying



(c) Phase-shift keying

Amplitude Shift Keying

- 2 nilai biner dilambangkan 2 amplitudo berbeda dari sinyal pembawa
- Umumnya salah satu amplitudo adalah nol
- Rentan terhadap perubahan yang tiba-tiba
- Tidak terlalu efisien
- Pada jalur derajad suara digunakan sampai 1200bps
- Menggunakan serat optik

Frequency Shift Keying

- Nilai biner ditunjukkan oleh 2 frekuensi yang berbeda (frekuensi pembawa)
- Lebih tahan terhadap kesalahan daripada ASK
- Pada jalur derajad suara digunakan sampai 1200bps
- Frekuensi radio tinggi

FSK on Voice Grade Line

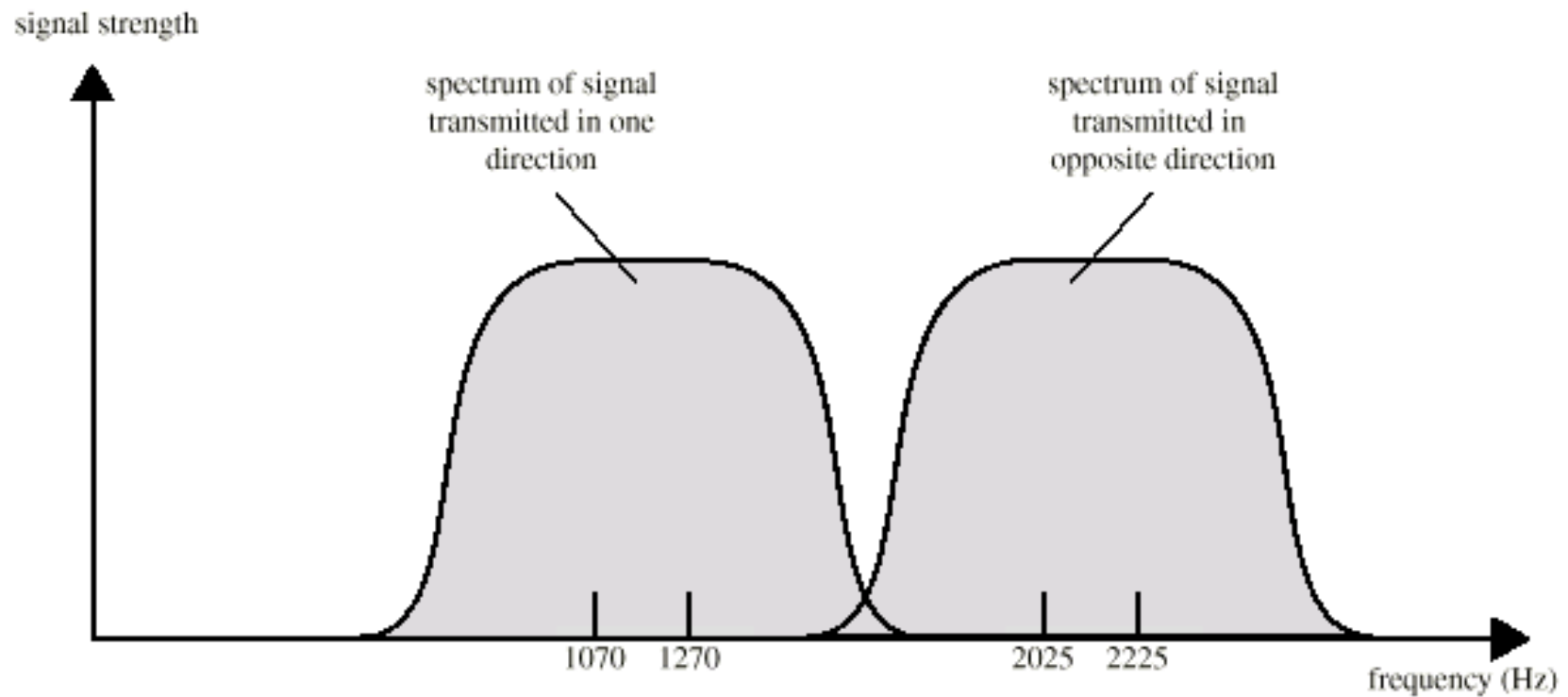


Figure 5.8 Full-Duplex FSK Transmission on a Voice-Grade Line

Phase Shift Keying

- Sinyal pembawa diubah untuk menampilkan data
- Differential PSK
 - ▣ Perubahan fase lebih berkaitan dengan bit yang ditransmisi sebelumnya daripada dengan sinyal patokan konstan

Data Analog, Sinyal Digital

□ Digitalisasi

- /// Mengubah data analog menjadi data digital
- /// Data digital dapat ditransmisi menggunakan NRZ-L
- /// Data digital dapat dikonversi menjadi sinyal analog
- /// Konversi analog ke digital menggunakan codec (Coder - decoder)
- /// Modulasi kode pulsa
- /// Modulasi delta

Modulasi Kode Pulsa

- Bila suatu sinyal pada interval teratur dan pada rate yang lebih tinggi dua kali dibanding frekuensi sinyal tertinggi maka sinyal tersebut memuat segala informasi dari sinyal yang asli
- Data suara dibatasi dibawah frekuensi 4000Hz
- Membutuhkan 8000 sampel sinyal tiap detik
- Sampel analog (Pulsa Amplitudo Modulasi, PAM)
- Masing-masing sampel ditandai dengan kode biner

Modulasi Kode Pulsa

- Sistem 4 bit memungkinkan 16 level kuantisasi
- Kuantisasi
 - ▣ Kuantisasi kesalahan atau derau
 - ▣ Pendekatan ini tidak dapat menyerupai sinyal aslinya
- Sistem 8 bit memungkinkan 256 level kuantisasi
- Kualitas sebanding dengan transmisi analog
- 8000 sampel per detik kali 8 bit per sampel = 64kbps

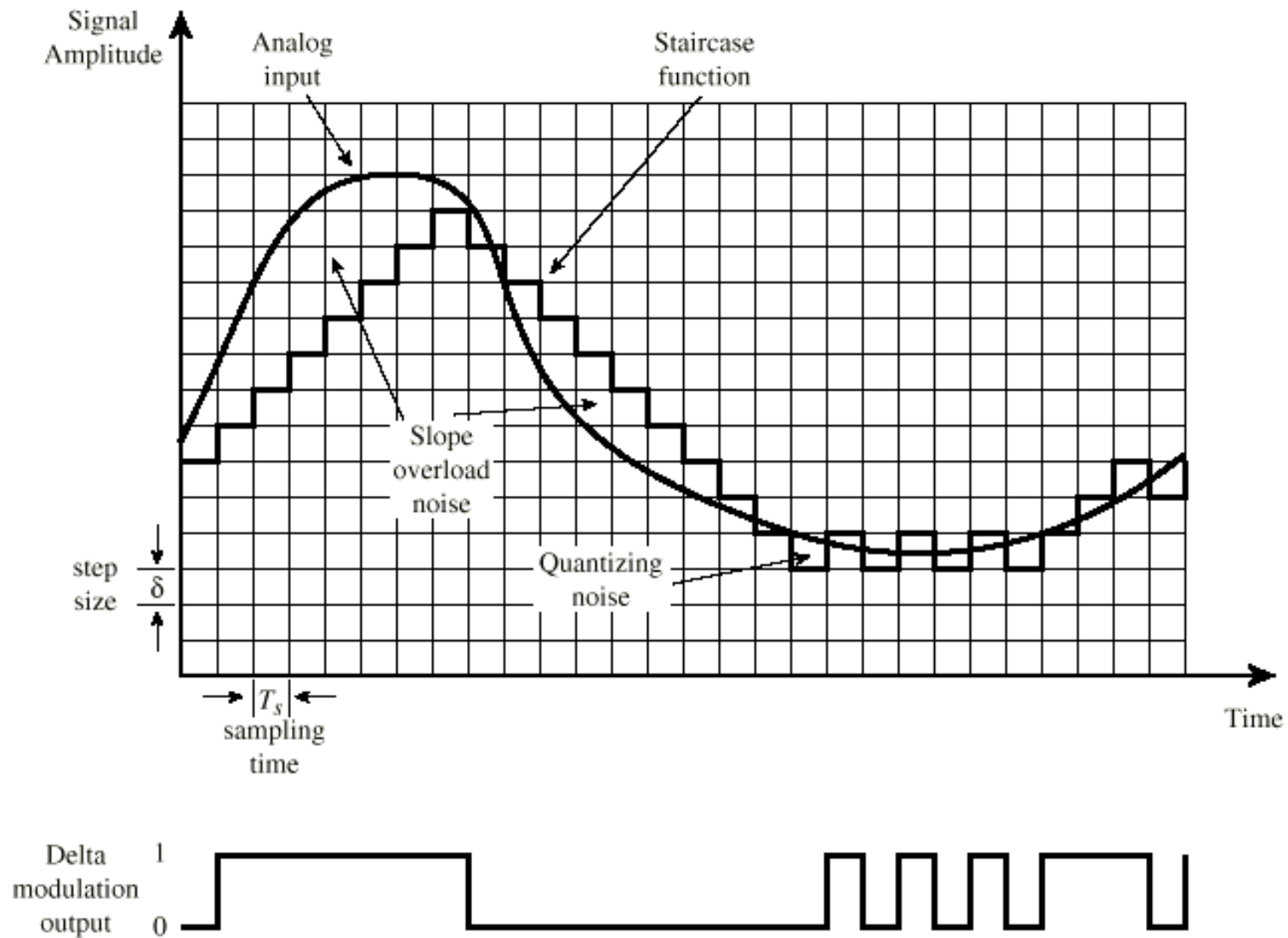
Pengkodean Nonlinear

- Level kuantisasi tidak diberlakukan sama
- Mengurangi distorsi sinyal
- Dapat dilakukan dengan companding

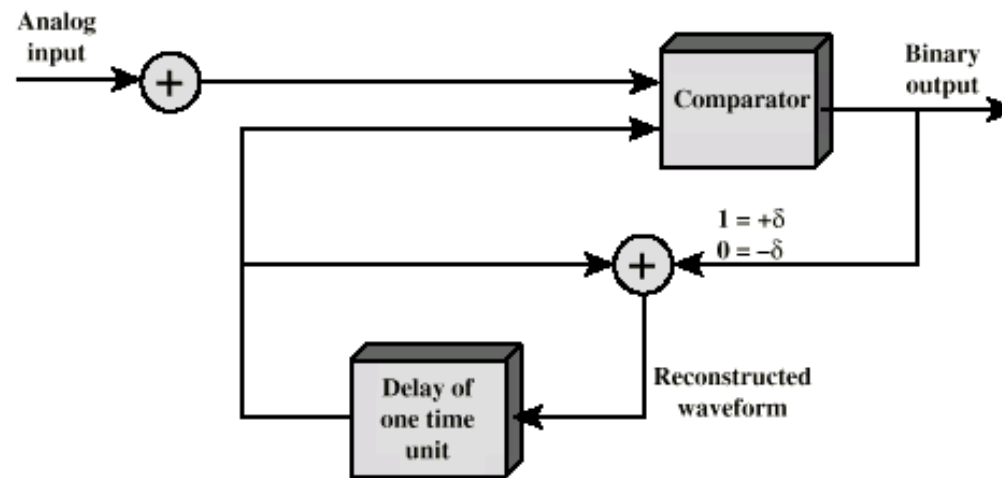
Modulasi Delta

- Input analog didekati melalui fungsi tangga
- Bergerak naik turun dengan satu level kuantisasi
- Fungsi tangga ini mirip biner

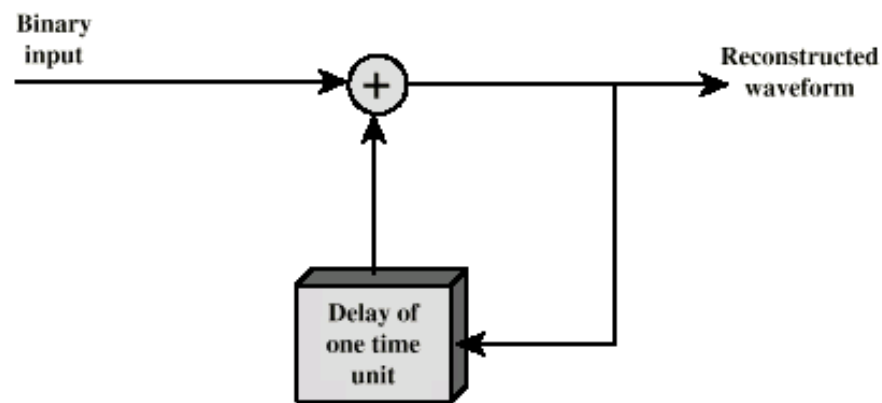
Delta Modulation - example



Delta Modulation - Operation



(a) Transmission



(b) Reception

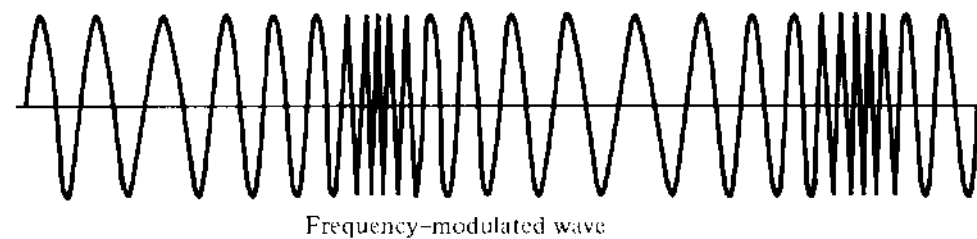
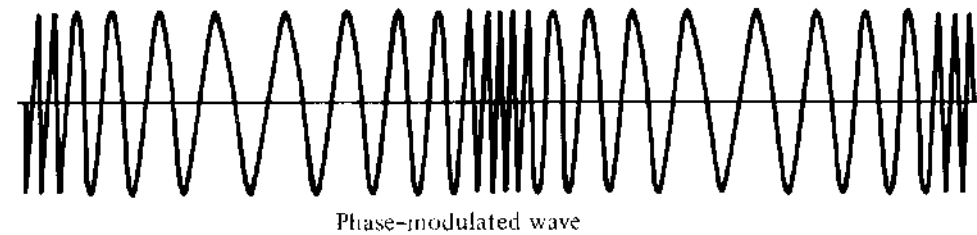
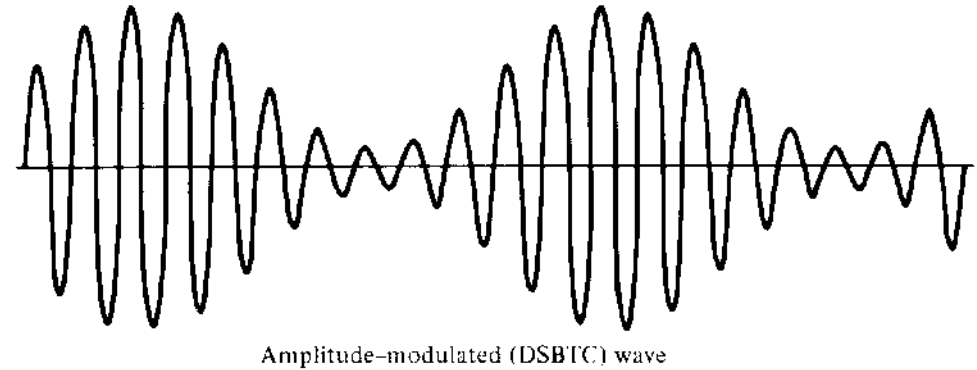
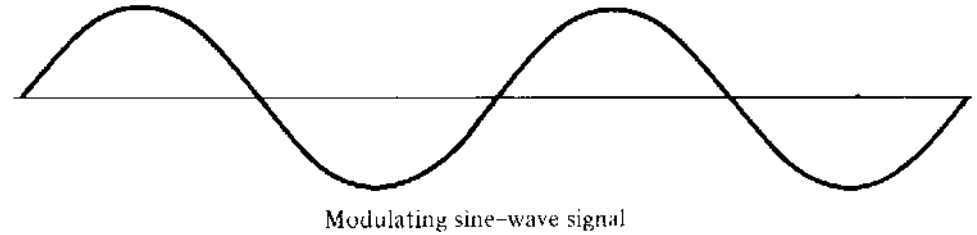
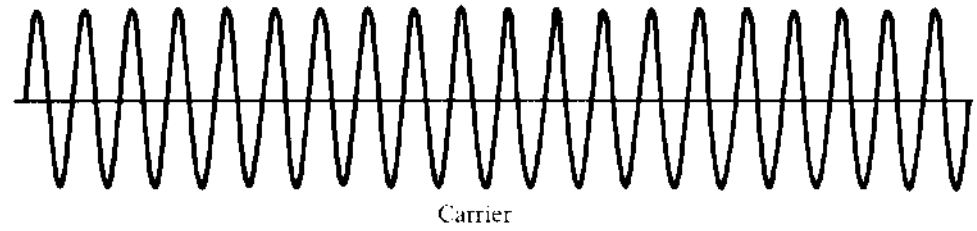
Kinerja Modulasi Delta

- Reproduksi suara yang baik
 - /// PCM - 128 levels (7 bit)
 - /// Bandwidth suara 4khz
 - /// Pada rate $8000 \times 7 = 56\text{kbps}$ untuk PCM

Data Analog, Sinyal Analog

- Kenapa perlu modulasi sinar analog
 - /// Frekuensi tinggi dapat memberikan transmisi yang lebih efisien
 - /// Modulasi membolehkan frequency division multiplexing (bab 8)
- Tipe modulasi
 - /// Amplitude
 - /// Frequency
 - /// Phase

Analog Modulation



Spektrum Penyebaran

- Data analog atau data digital
- Sinyal Analog
- Menyebarkan data melalui bandwidth yang luas
- Pencegatan informasi dan gangguan lain
- Frequency hopping (Lompatan frekuensi)
- Direct Sequence (deretan langsung)