



1

PENGGODEAN DATA

Komunikasi Data

Muhammad Zen Samsono Hadi, ST. MSc. Ph.D
Lab. Telefoni Gedung D4 Lt. 1

Teknik Pengkodean

- **Data digital, sinyal digital**
 - Merupakan bentuk paling sederhana dari pengkodean digital
 - Data digital ditetapkan satu level tegangan untuk biner satu dan lainnya untuk biner nol
 - Digunakan untuk meningkatkan kinerja dng cara mengubah spektrum sinyal dan menyediakan kemampuan sinkronisasi
- **Data digital, sinyal analog**
 - Sebuah modem mengubah data digital menjadi sinyal analog sehingga dpt ditransmisikan sepanjang saluran analog
 - Teknik dasar adalah ASK, FSK dan PSK
 - Ketiganya mengubah satu karakter atau lebih menjadi suatu frekuensi pembawa yang mewakili data biner

Teknik Pengkodean

▼ Data analog, sinyal digital

- Data analog, misalnya suara dan video diubah ke bentuk digital agar mampu menggunakan fasilitas-fasilitas transmisi digital
- Teknik paling sederhana adalah PCM yang melibatkan pengambilan sampel data analog secara periodik dan mengkuantisasi

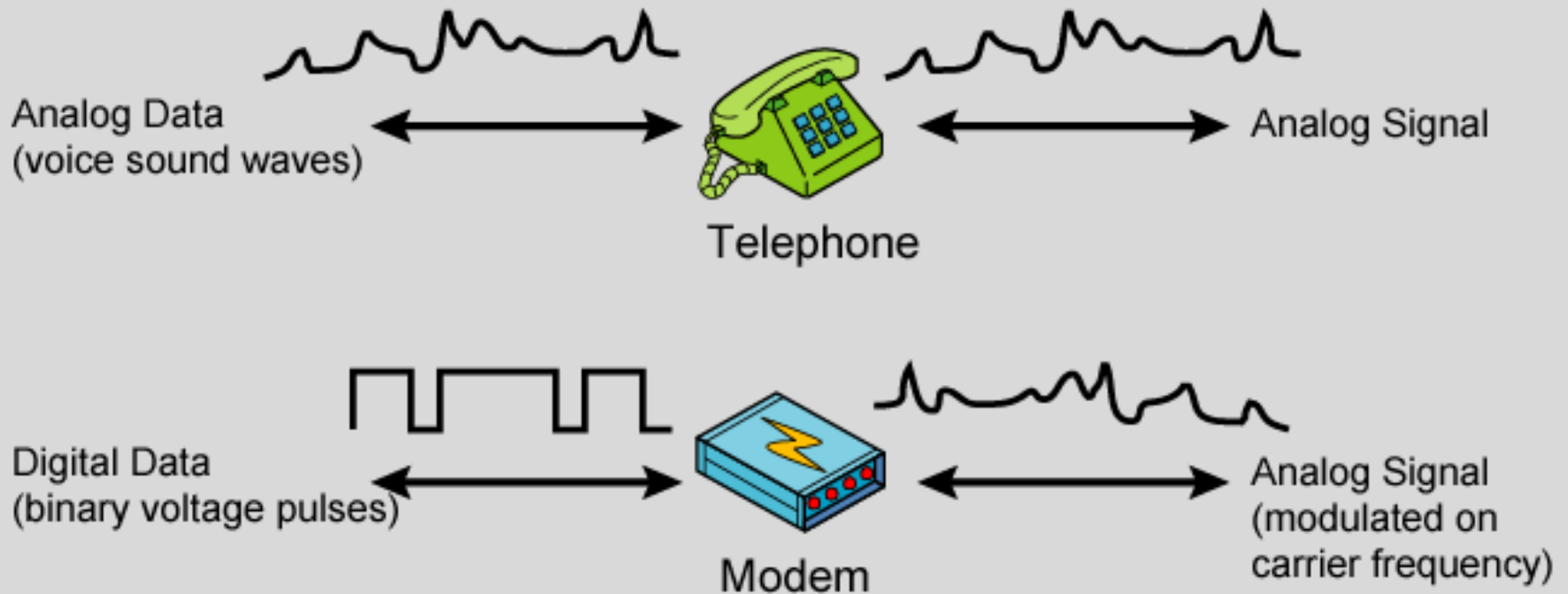
▼ Data analog, sinyal analog

- Data analog memodulasi suatu frekuensi pembawa agar menghasilkan sinyal analog dlm bentuk band frekuensi yg berlainan yang digunakan pada sistem transmisi analog
- Teknik dasar adalah AM, FM dan PM

Contoh Pengkodean

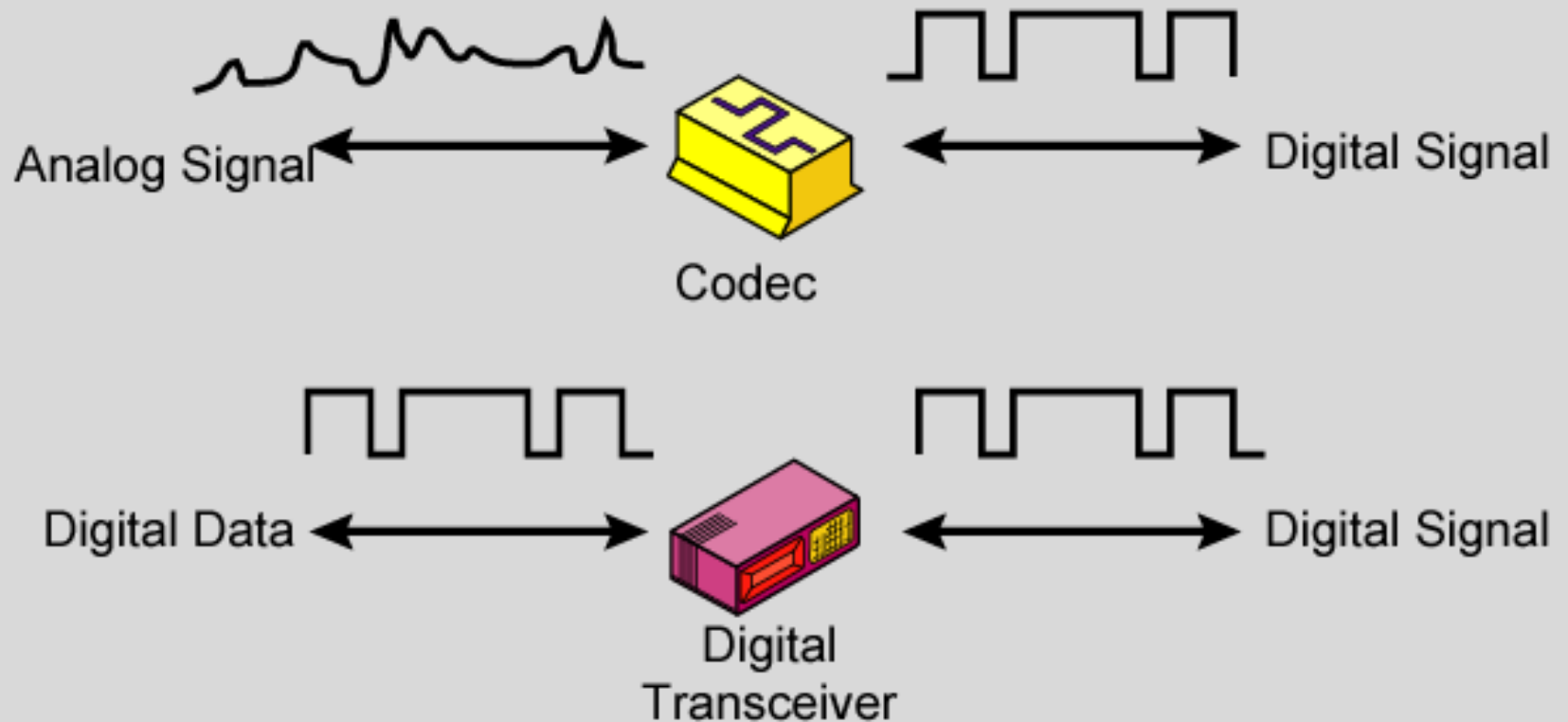
4

Analog Signals: Represent data with continuously varying electromagnetic wave

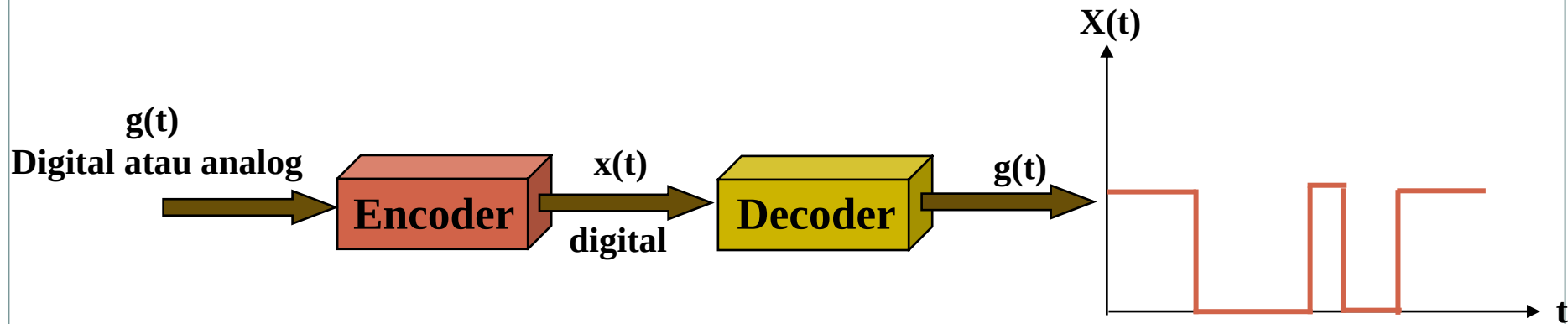


Contoh Pengkodean

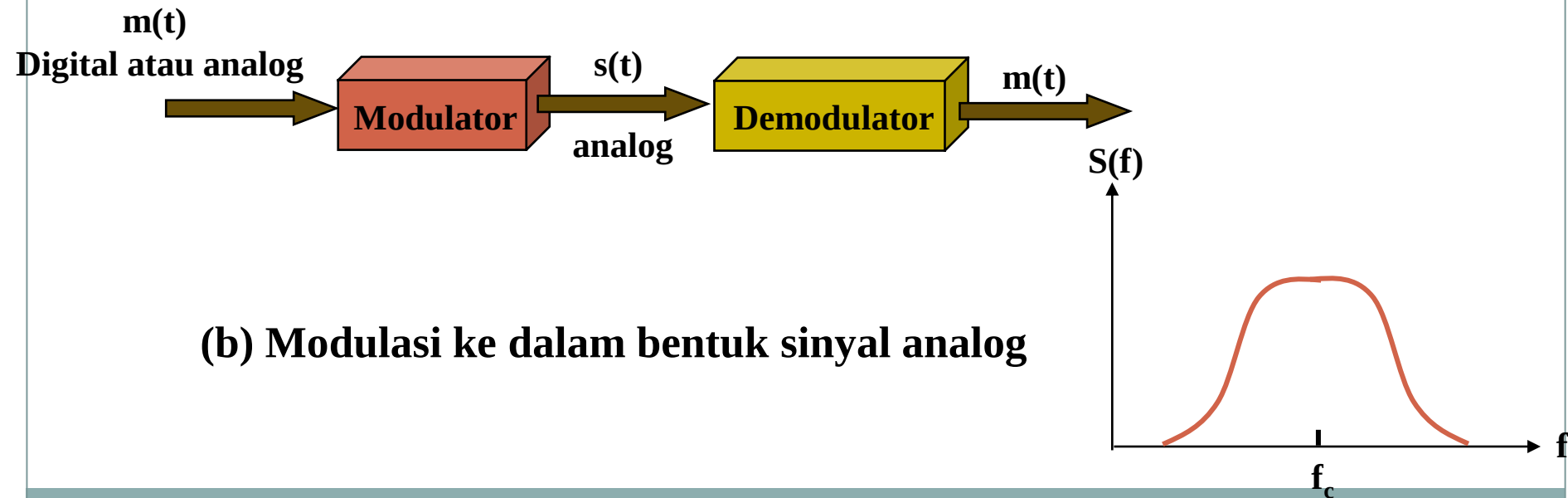
Digital Signals: Represent data with sequence of voltage pulses



Teknik Pengkodean dan Modulasi



(a) Pengkodean ke dalam bentuk sinyal digital



(b) Modulasi ke dalam bentuk sinyal analog

Data digital, sinyal-sinyal digital

▼ Sinyal digital

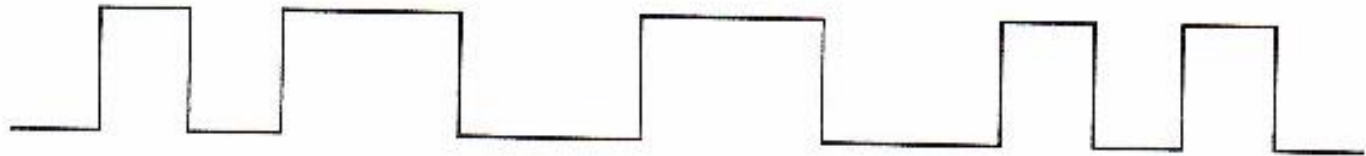
- Merupakan deretan pulsa tegangan yang terputus-putus yang berlainan dan masing-masing mempunyai ciri-ciri tersendiri
- Setiap pulsa merupakan sebuah elemen sinyal
- Data biner ditransmisikan melalui pengkodean setiap bit data ke dalam elemen-elemen sinyal

Data digital, sinyal-sinyal digital

Data yang
ditransmisikan:

0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 0

Sinyal:



Derau:



Data digital, sinyal-sinyal digital

Sinyal plus
derau:



Waktu
pengambilan
sampel :



Data yang
diterima:

0 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0

Data asal:

0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 0

Bit-bit dalam kesalahan

Istilah-istilah kunci komunikasi data

10

- Unipolar
 - Elemen-elemen sinyal memiliki tanda yang sama (yaitu semua positif atau negatif)
- Polar
 - Satu pernyataan logika ditampilkan melalui level tegangan positif dan lainnya melalui level tegangan negatif
- Rate data
 - Rate dimana data ditransmisikan
 - Ditunjukkan dalam bit per detik
- Durasi atau panjang bit
 - Jumlah waktu yang diambil transmitter untuk memancarkan bit
 - Untuk rate R durasi bit adalah $1/R$

Istilah-istilah kunci komunikasi data

11

➤ **Rate modulasi**

- Rate dimana level sinyal berubah
- Tergantung pada sifat pengkodean digital
- Dinyatakan dalam baud, berarti elemen-elemen sinyal per detik

➤ **Mark dan Space**

- Menampilkan binary 1 dan 0

Mengartikan sinyal-sinyal digital

12

- Yang perlu diketahui receiver
 - harus mengetahui pewaktuan setiap bit
 - harus mengetahui dengan tepat saat suatu bit awal dan akhir
 - harus dapat menentukan level sinyal untuk masing-masing posisi bit (1 atau 0)
- Faktor-faktor yang menentukan kesuksesan receiver
 - Signal to noise ratio (meningkat berarti mengurangi BER)
 - Rate data (meningkat berarti meningkatkan BER)
 - Bandwidth (meningkat berarti membuat rate data meningkat)

Faktor lain yang menentukan kinerja receiver (Skema pengkodean)

13

- Pendeteksi kesalahan
 - Dapat dimasukkan didalam skema pengkodean
- Kekebalan terhadap noise dan interferensi
 - Beberapa kode tertentu menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mengatasi noise
- Biaya dan kelengkapan
 - Semakin tinggi rate pensinyalan dalam mendapatkan rate data tertentu, biayanya semakin mahal
 - Beberapa kode memerlukan rate pensinyalan yang lebih besar dibanding rate data

Beberapa Teknik Pengkodean

14

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

Nonreturn to Zero-Level (NRZ-L)

15

- Menampilkan dua perbedaan tegangan untuk bit 0 dan 1
- Tegangan tetap konstan sepanjang interval bit
 - tidak terdapat transisi (tidak kembali ke level tegangan nol)
- Sebagai contoh tidak ada level tegangan untuk menampilkan biner 0
- Lebih umum lagi tegangan negatif digunakan untuk menampilkan biner 1 dan tegangan positif untuk menampilkan yang lainnya.
- Kode ini sering dipergunakan untuk membangkitkan atau mengartikan data digital melalui terminal atau lainnya

Nonreturn to Zero Inverted

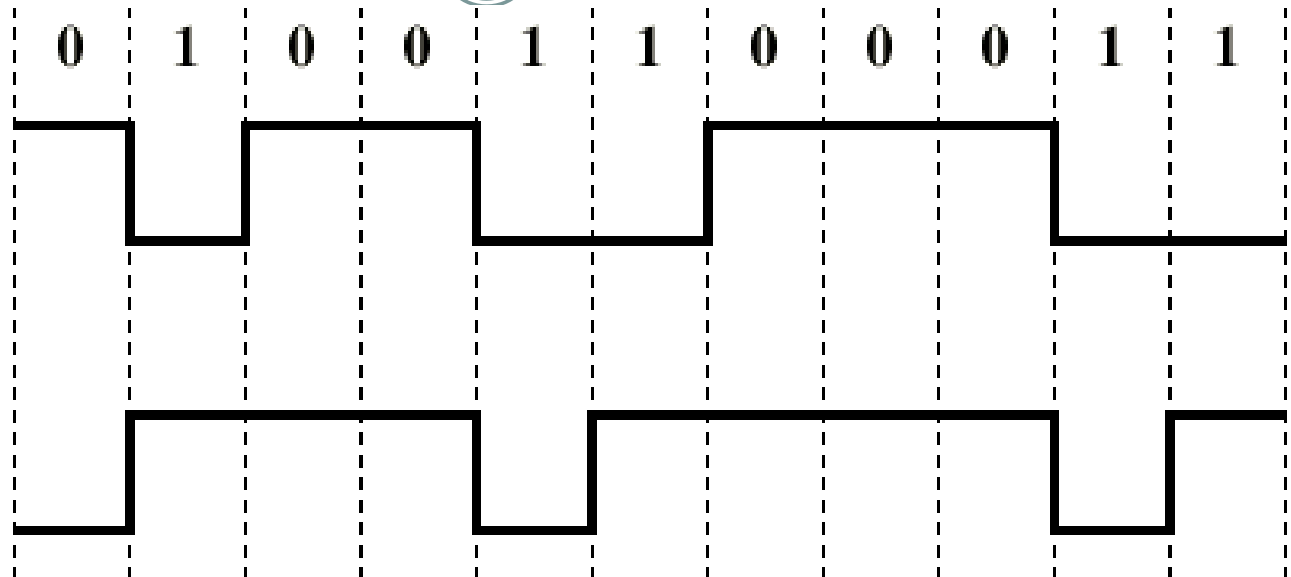
16

- Nonreturn to zero inverted on ones
- Mempertahankan pulsa tegangan konstan untuk durasi waktu bit
- Data itu sendiri ditandai saat kehadiran atau ketidak hadiran transisi
- Adanya transisi (rendah ke tinggi atau tinggi ke rendah) pada permulaan waktu bit menunjukkan biner 1, tanpa transisi menunjukkan biner 0
- Sebagai contoh pengkodean differential

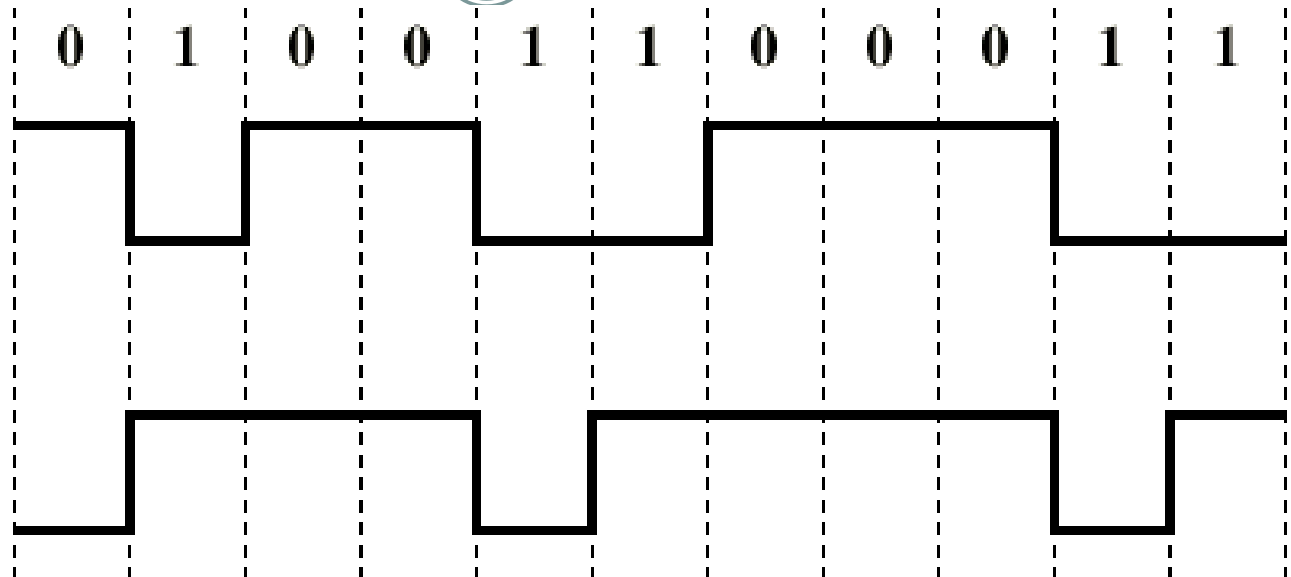
NRZ

17

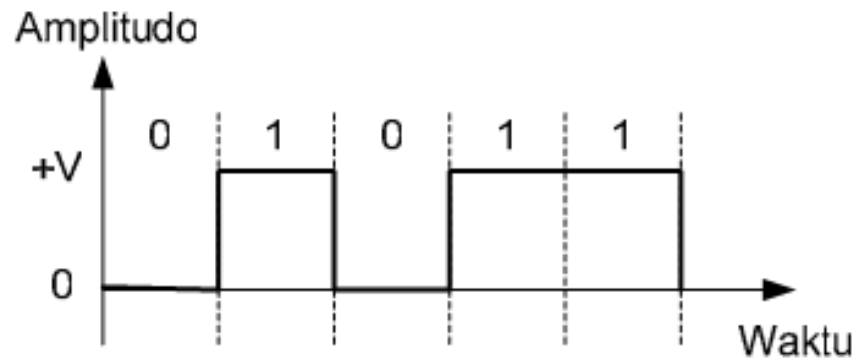
NRZ-L



NRZI



NRZ



Keuntungan dan kerugian NRZ

18

- Keuntungan
 - Mudah dalam mengefisiensikan penggunaan bandwidth
 - Lebih kebal noise
- Kelemahan
 - Keberadaan komponen dc
 - Kurangnya kemampuan sinkronisasi
- Aplikasi
 - Umumnya digunakan untuk perekaman magnetik digital
 - Tidak banyak digunakan untuk transmisi sinyal

Multilevel Binary

19

- Menggunakan lebih dari dua level sinyal
- Dua contoh yaitu Bipolar-AMI dan Pseudoternary
- **Bipolar-AMI**
 - Biner 0 ditampilkan melalui nonsinyal pada jalur
 - Biner 1 ditampilkan melalui pulsa positif atau negatif
 - Pulsa biner 1 harus berganti-ganti polaritasnya
 - Kehilangan sinkronisasi tidak akan terjadi bila muncul string panjang 1 s
 - Tidak terdapat komponen dc murni
 - Bandwidth lebih sempit dibanding bandwidth NRZ
 - Banyak digunakan sebagai alat bantu untuk mendeteksi kesalahan

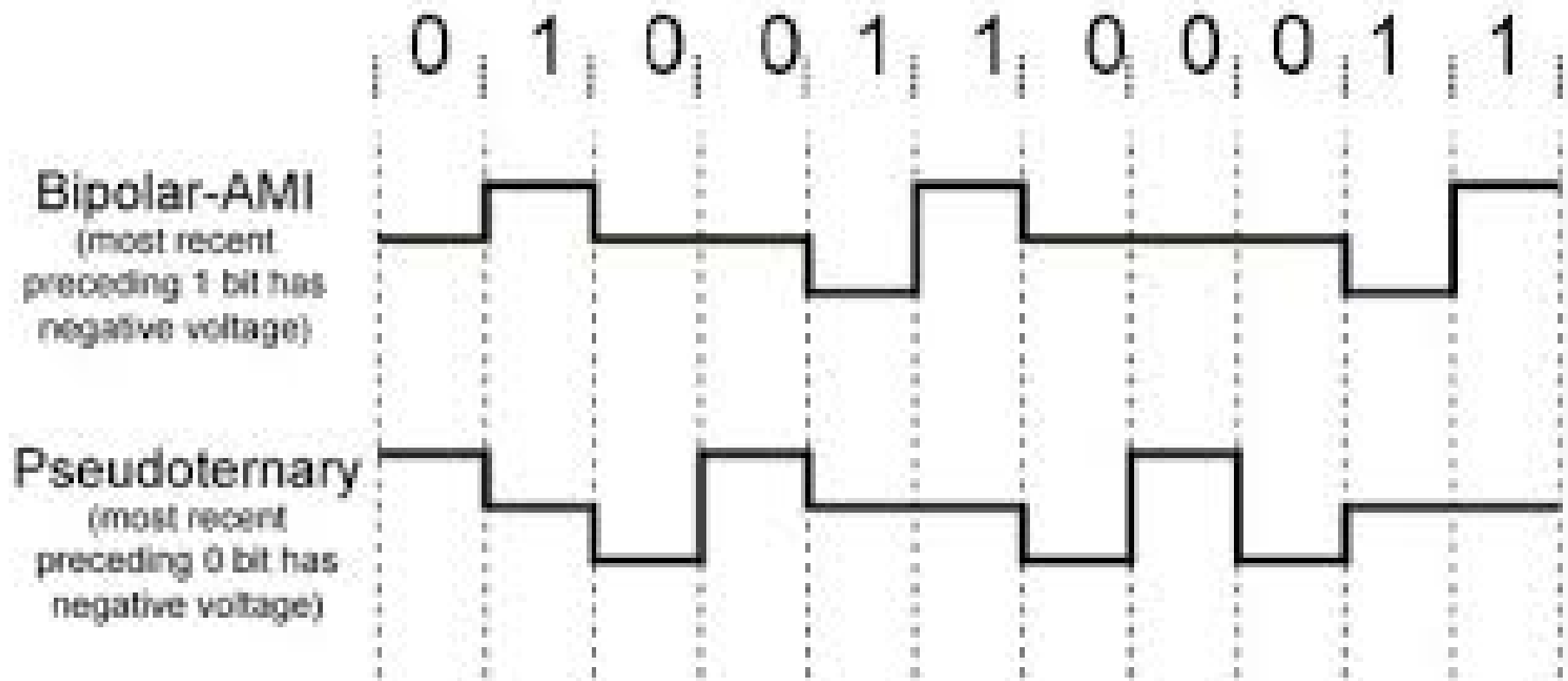
Pseudoternary

20

- Biner 1 ditampilkan melalui nonsinyal pada jalur
- Biner 0 ditampilkan melalui pulsa positif atau negatif
- Tidak ada kelebihan khusus dari pengkodean bipolar-AMI dan masing-masing menjadi dasar untuk diterapkan pada aplikasi yang sesuai

Bipolar-AMI and Pseudoternary

21



* AMI: alternate mark inversion

Kesimpulan untuk Multilevel Binary

22

- Tidak seefisien pengkodean NRZ
 - Setiap elemen sinyal hanya ditampilkan dalam bit 1
 - Jalur sinyal menerima satu dari tiga level, namun masing-masing elemen sinyal dapat menampilkan $\log_2 3 = 1.58$ bit informasi, hanya memuat satu bit informasi
 - Receiver harus membedakan diantara ketiga level (+A, -A, 0) dari pada hanya dua level dalam format pensinyalan yang sebelumnya
 - Karena hal tsb, maka diperlukan daya sinyal kira-kira 3dB untuk mencapai probabilitas kesalahan bit yang sama
 - Multilevel banyak digunakan untuk Digital Subscriber Line (DSL) dan Gigabit Ethernet

Biphase

23

- **Manchester**

- Mempunyai transisi ditengah-tengah setiap periode bit
- Transisi pertengahan bit bermanfaat sebagai mekanisme clock dan sekaligus sebagai data transisi
- Transisi rendah ke tinggi menggambarkan 1
- Transisi tinggi ke rendah menggambarkan 0
- Ditetapkan untuk standar IEEE 802.3

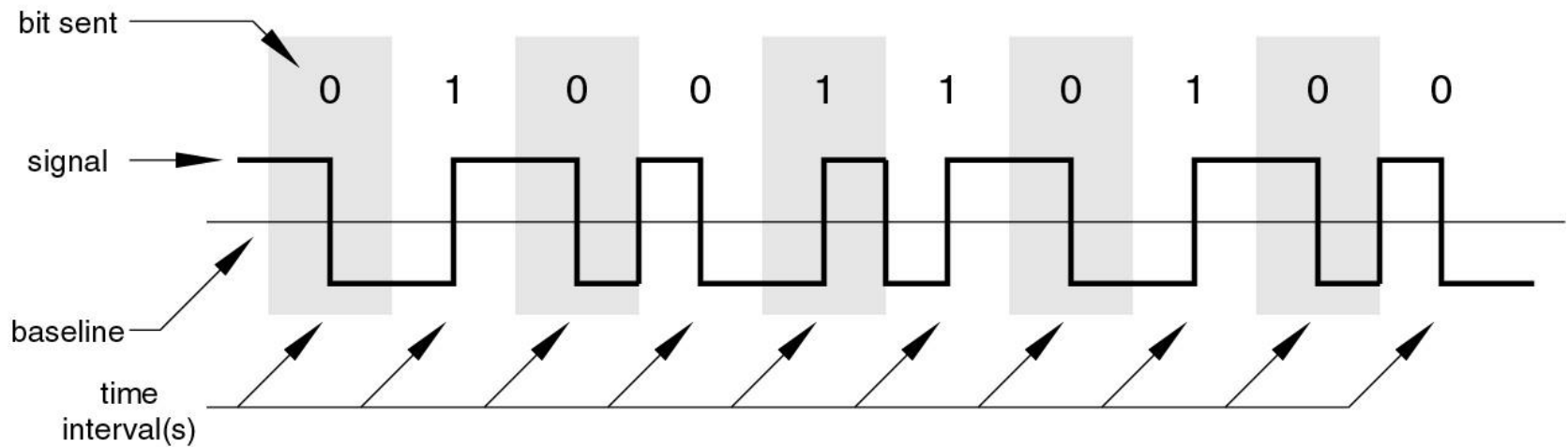
- **Differential Manchester**

- Transisi pertengahan bit hanya digunakan untuk menyediakan clock
- Transisi pada awal periode bit digambarkan dengan pengkodean 0
- Terdapat inversi sinyal pada saat bit berikut adalah bit 0.
Apabila bit berikut adalah bit 1, maka tidak ada inversi sinyal.
- Ditetapkan untuk token ring IEEE 802.5 LAN menggunakan shielded twisted pair

Manchester Encoding

24

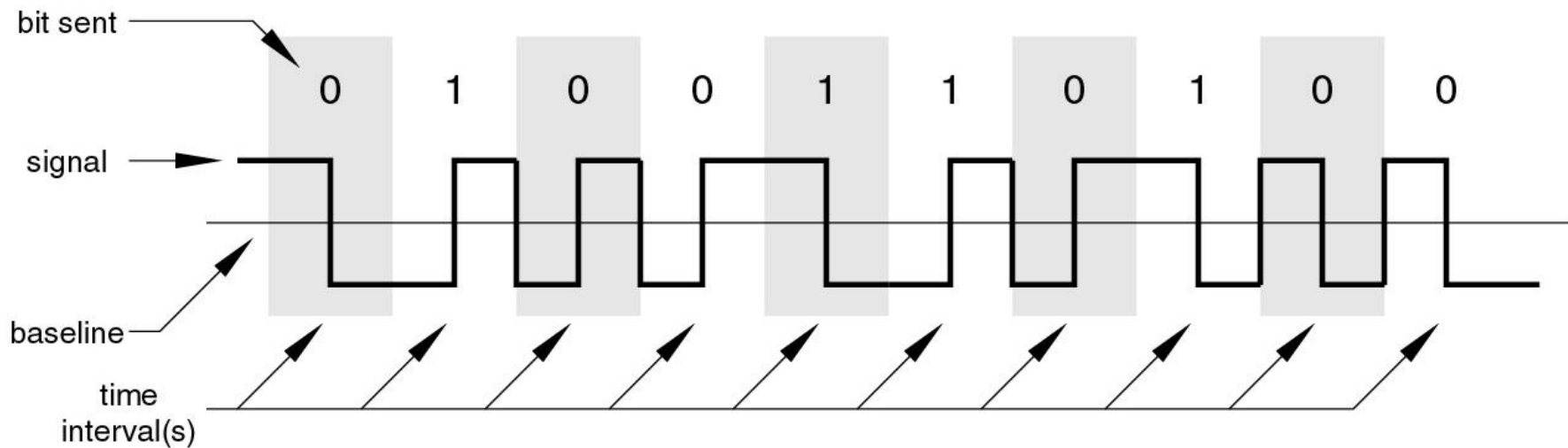
Manchester Encoding



Differential Manchester Encoding

25

Differential Manchester Encoding

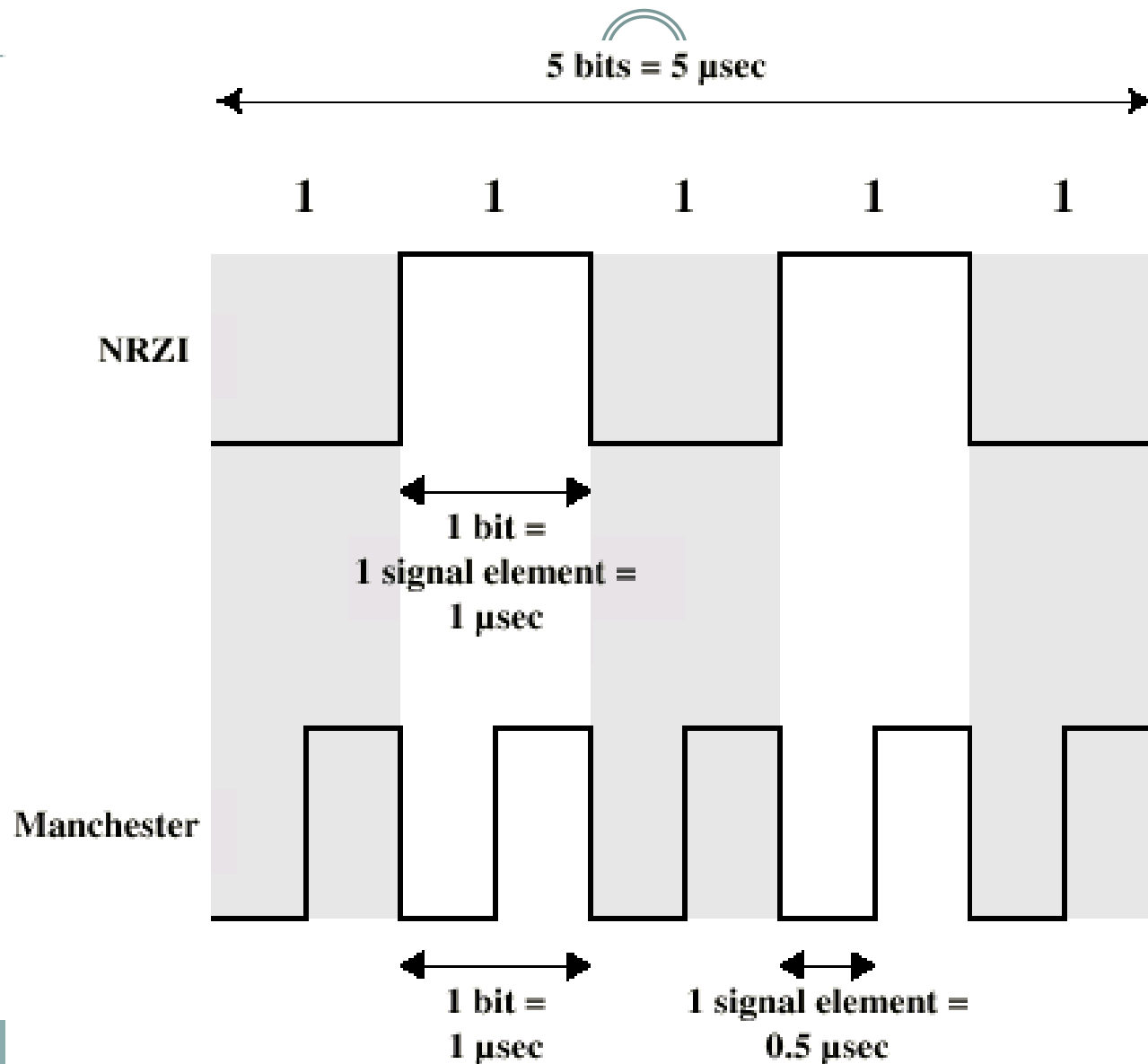


Biphase

26

- Ciri-ciri
 - Hanya memerlukan satu transisi per bit waktu dan mungkin mempunyai dua transisi
 - Modulation rate maximum adalah dua kali NRZ
 - Memerlukan bandwidth yang besar
 - Terdapat transisi yang dapat diprediksikan sebelumnya sepanjang setiap satuan waktu bit, receiver menjadi sinkron pada transisi tersebut
 - Tidak memiliki komponen dc
 - Tidak adanya transisi yg diharapkan dapat digunakan untuk mendeteksi kesalahan

Modulation Rate



Teknik-teknik Scrambling

28

- Digunakan untuk menempatkan deretan data yang akan menghasilkan level tegangan konstan yang telah diganti-kkan oleh deretan data pengganti
- Deretan data pengganti
 - Harus menghasilkan transisi yang cukup untuk sinkronisasi
 - Harus dikenal oleh receiver dan akan digantikan dengan deretan data asli
 - Deretan data pengganti harus sama panjangnya dengan deretan data asli
- Tanpa komponen dc
- Tanpa deretan yang panjang dari jalur sinyal yang mempunyai level 0
- Tidak mengurangi rate data
- Mempunyai kemampuan mendeteksi kesalahan

B8ZS

29

- Bipolar dengan 8 Zeros Substitution
- Berdasarkan bipolar-AMI
- Apabila terdapat 8 level tegangan nol berurutan, maka kedelapan level tegangan tersebut disubstitusi oleh level tegangan 000VBoVB

HDB₃

30

- High Density Bipolar 3 Zeros
- Berdasarkan bipolar-AMI
- Jika jumlah sinyal tidak nol setelah substitusi terakhir adalah ganjil, maka substitusi dilakukan dengan menggunakan level tegangan 000V.
- Jika jumlah sinyal tidak nol setelah substitusi terakhir adalah genap, maka substitusi dilakukan dengan menggunakan level tegangan 000V.

B8ZS and HDB3

31

Bipolar-AMI

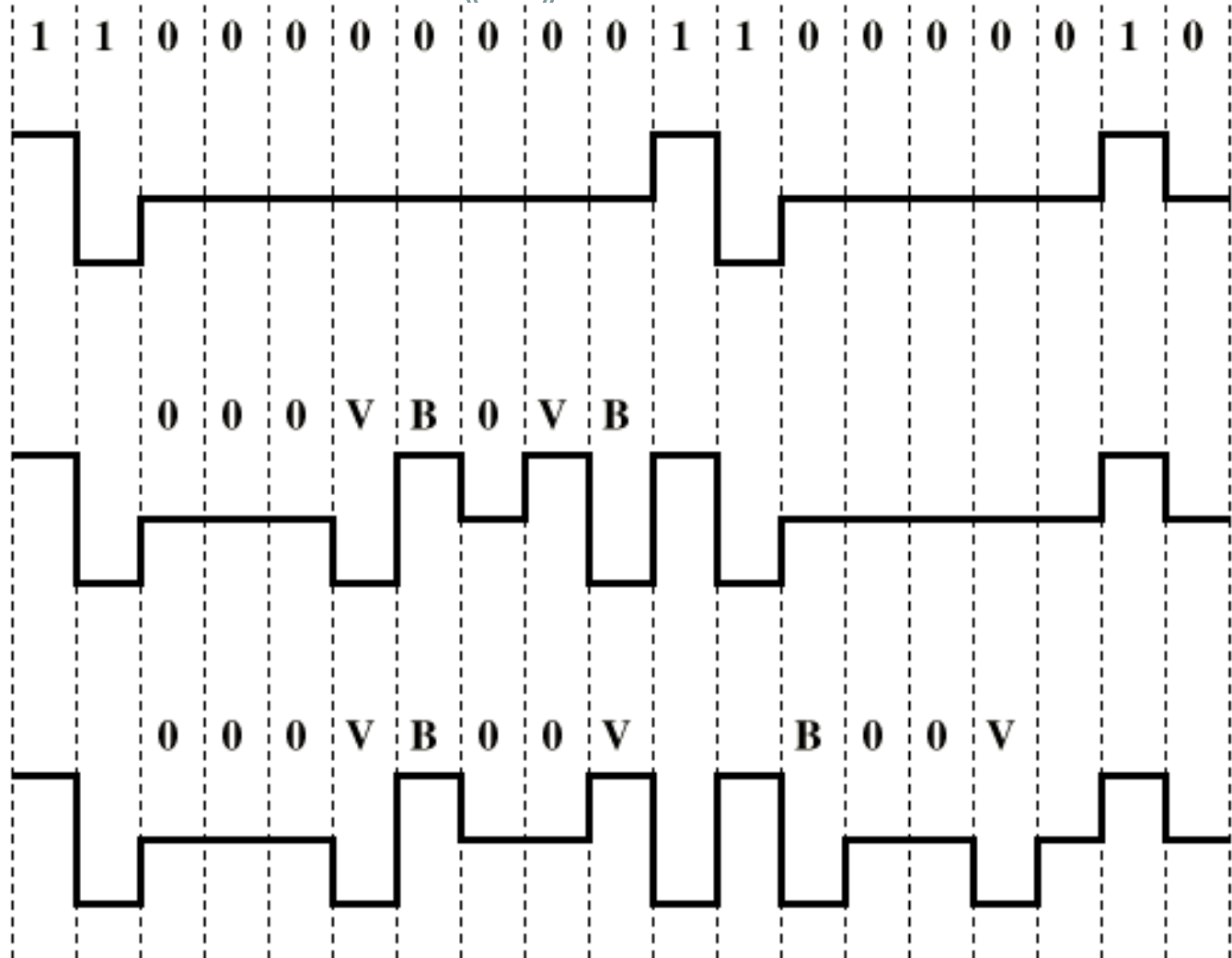
B8ZS

HDB3

(odd number of 0s
since last substitution)

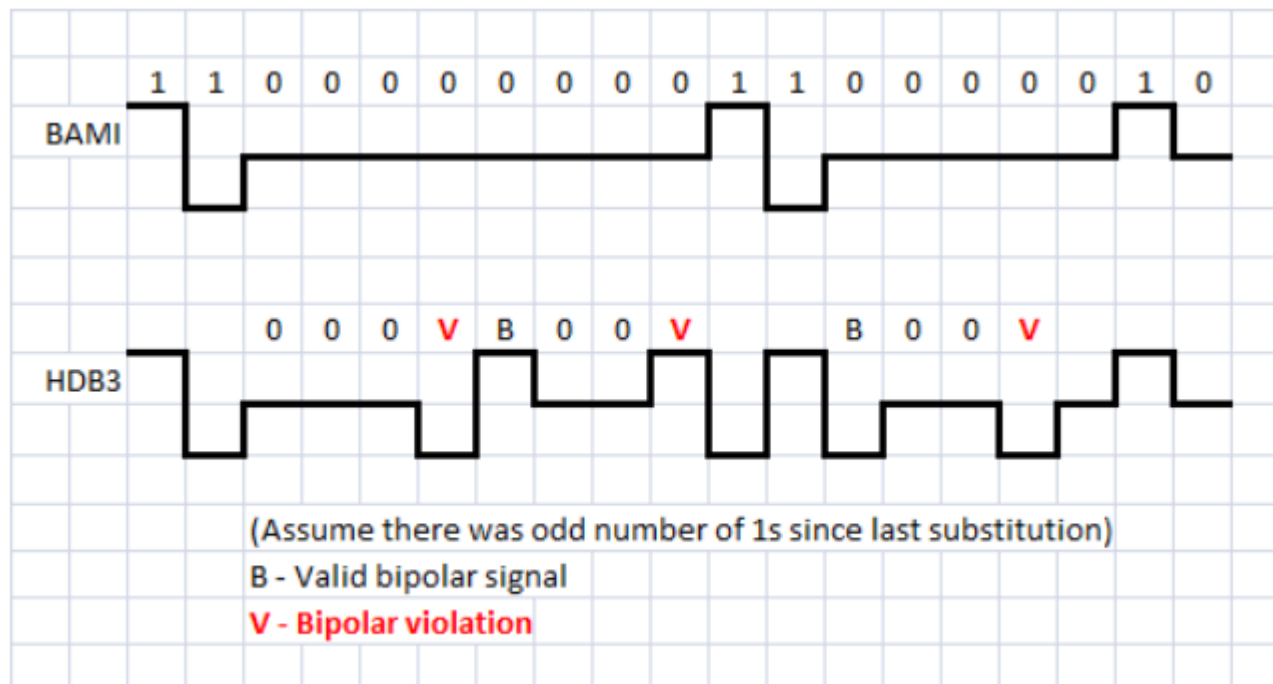
B = Valid bipolar signal

V = Bipolar violation



- **High-density bipolar-3 zeros (HDB3)** yaitu suatu kode dimana menggantikan string-string dari 4 nol dengan rangkaian yang mengandung satu atau dua pulsa atau disebut kode violation, jika violation terakhir positive maka violation ini pasti negative dan sebaliknya. Berikut adalah contoh dari aturan substitusi HDB3 :

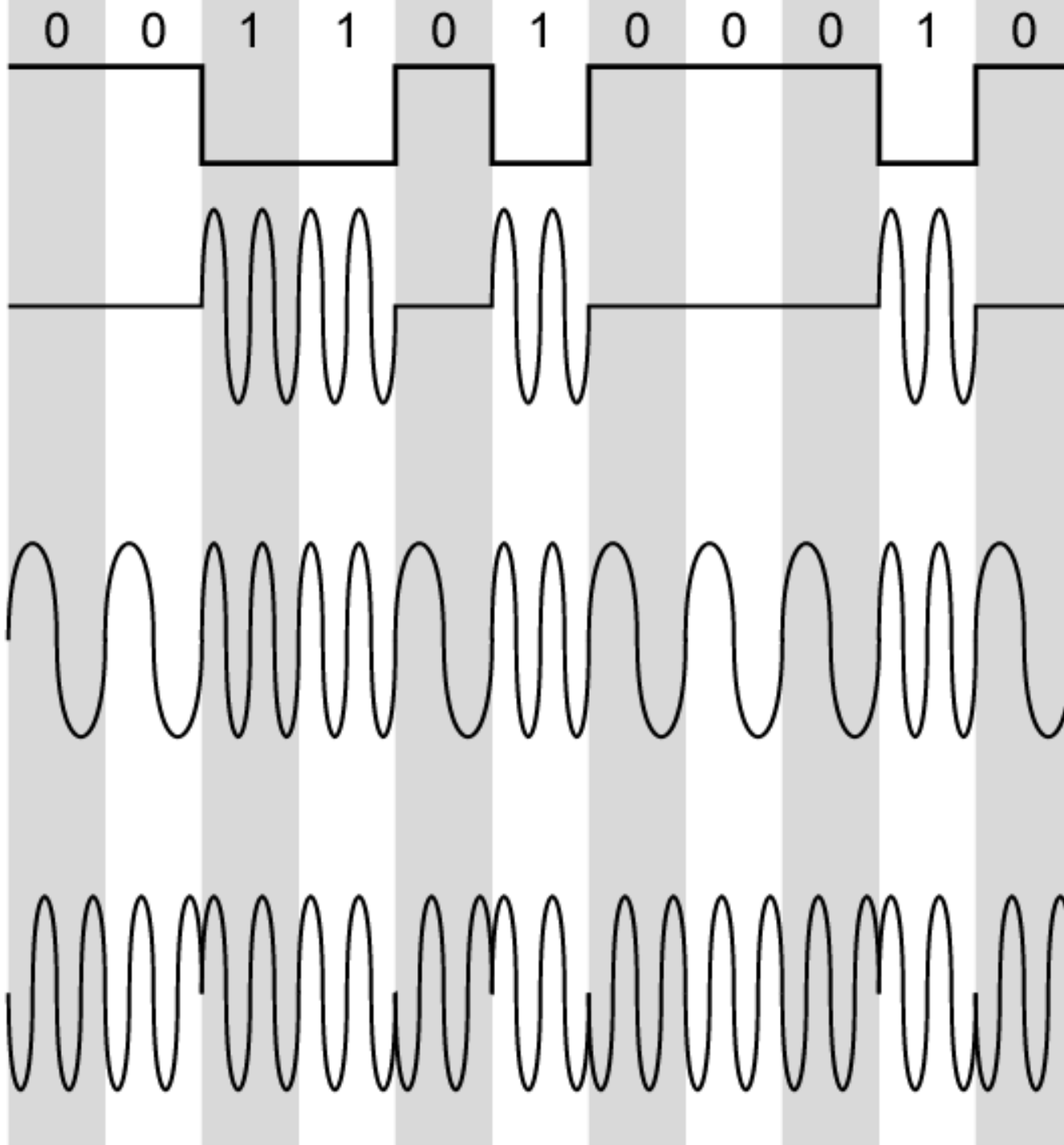
Polaritas dari Pulsa akhir	Jumlah dari pulsa-pulsa bipolar karena substitusi terakhir	
	Genap	Ganjil
-	000-	+00+
+	000+	-00-



Digital Data, Analog Signal

33

- Public telephone system
 - 300Hz to 3400Hz
 - Contoh: modem (modulator-demodulator)
- Amplitude shift keying (ASK)
- Frequency shift keying (FSK)
- Phase shift keying (PSK)



(a) ASK

(b) BFSK

(c) BPSK

Amplitude Shift Keying

35

- Nilai diwakili oleh amplitudo carrier yg berbeda
- Rentan terhadap perubahan gain yg tiba-tiba
- Inefficient
- Sampai 1200 bps pada voice grade lines
- Digunakan pada optical fiber

Binary Frequency Shift Keying

36

- Bentuk yg paling umum adalah binary FSK (BFSK)
- Dua nilai biner diwakili oleh 2 frekuensi yg berbeda (carrier yg berdekatan)
- Lebih tahan terhadap error daripada ASK
- Sampai 1200 bps pada voice grade lines
- High frequency radio
- Contoh: LAN yang menggunakan co-ax

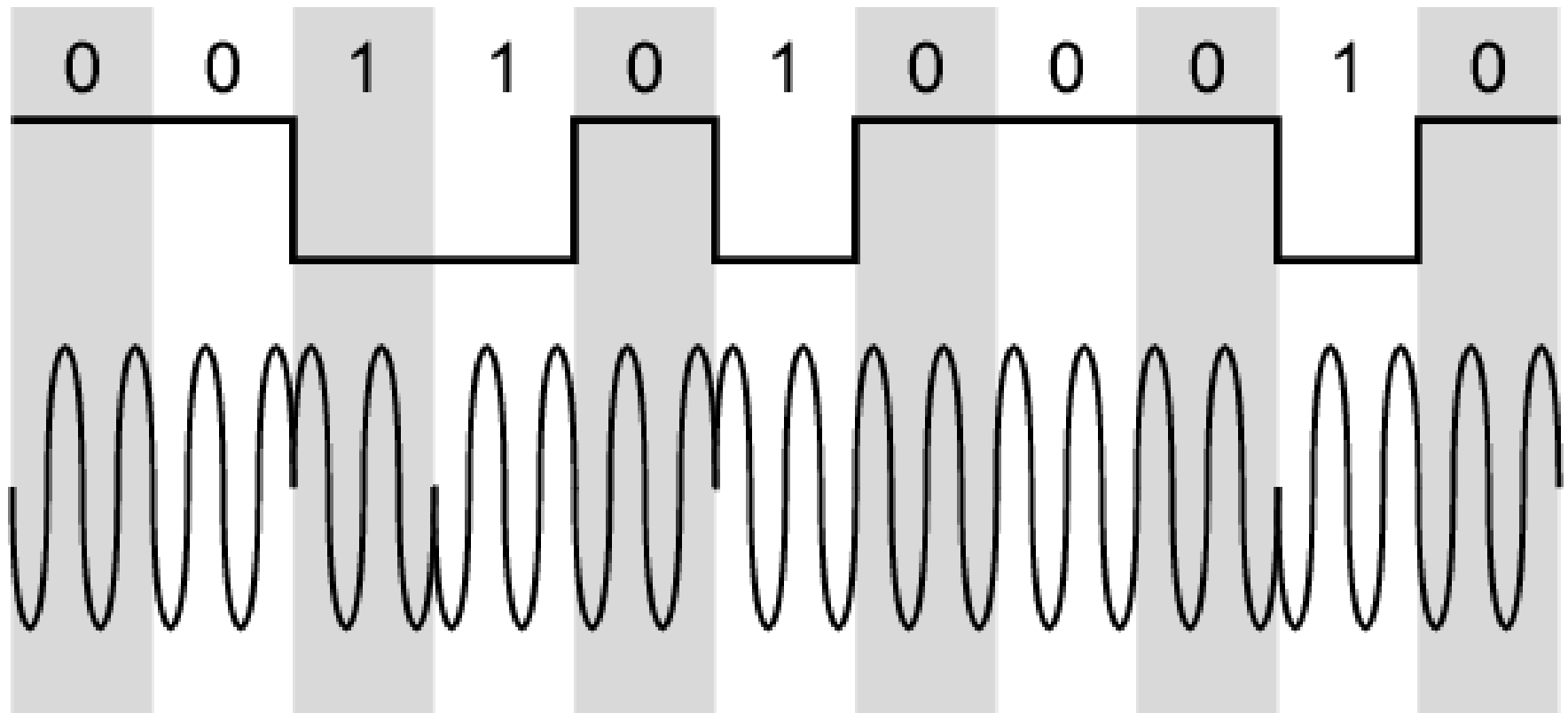
Phase Shift Keying

37

- Fase dari sinyal carrier digeser untuk menyatakan data
- Binary PSK
 - Dua fase mewakili 2 digit biner
- Differential PSK

Differential PSK

38



Performance of Digital to Analog Modulation Schemes

39

- **Bandwidth**
 - Bandwidth ASK dan PSK berhubungan dengan bit rate
 - Bandwidth FSK berhubungan dengan data rate utk frekuensi rendah, tetapi offset dari frekuensi carrier pada frek. tinggi
- Noise, bit error rate PSK dan QPSK 3dB lebih bagus daripada ASK dan FSK.

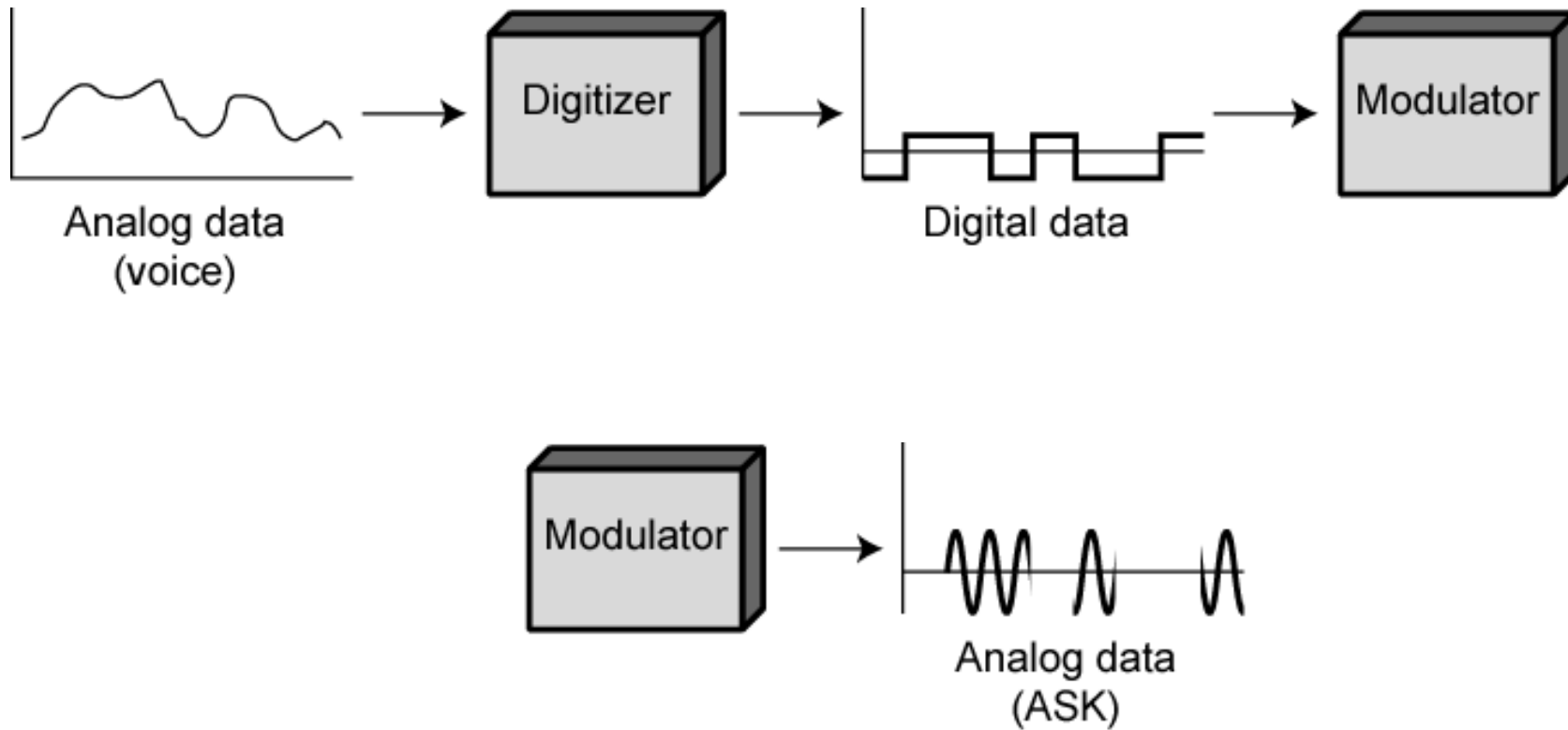
Analog Data, Digital Signal

40

- Digitization
 - Konversi analog data ke digital data
 - Digital data dapat ditransmisikan menggunakan NRZ-L
 - Perubahan analog ke digital menggunakan codec
 - Pulse code modulation
 - Delta modulation

Digitizing Analog Data

41



Pulse Code Modulation(PCM) (1)

42

- Jika sebuah sinyal disampel dengan interval yg tetap pada laju lebih tinggi dua kali sinyal frekuensi, maka sampel tersebut berisi semua informasi dari sinyal asli.
- Voice data dibatasi dibawah 4000Hz
- Memerlukan 8000 sample per second
- Analog samples (Pulse Amplitude Modulation, PAM)
- Masing-masing sampel diberi nilai digital

Pulse Code Modulation(PCM) (2)

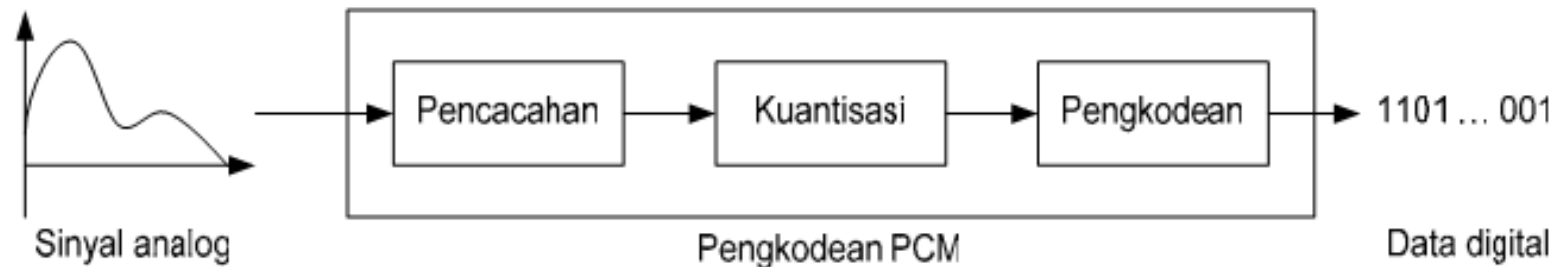
43

- 4 bit system memberikan 16 level
- 8 bit sample memberikan 256 level
- Kualitasnya dibandingkan dengan sinyal analog
- 8000 samples per second dari 8 bit menghasilkan 64kbps

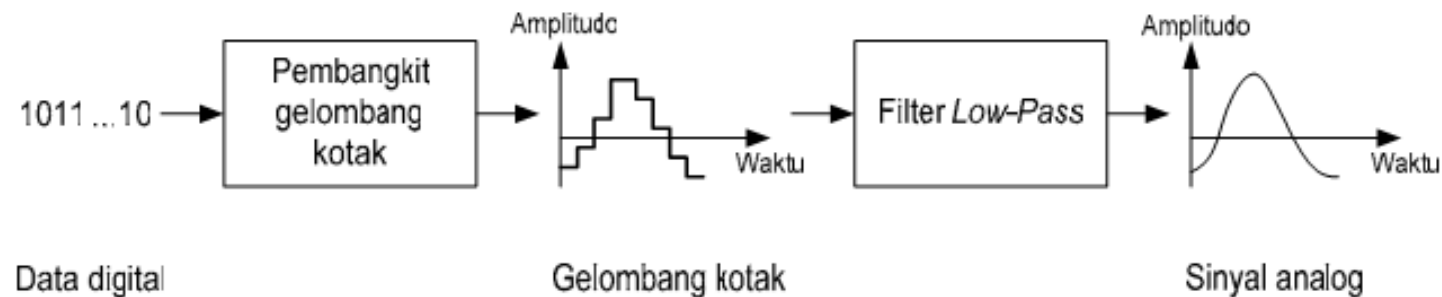
Pulse Code Modulation(PCM) (2)

44

- Pengkodean PCM

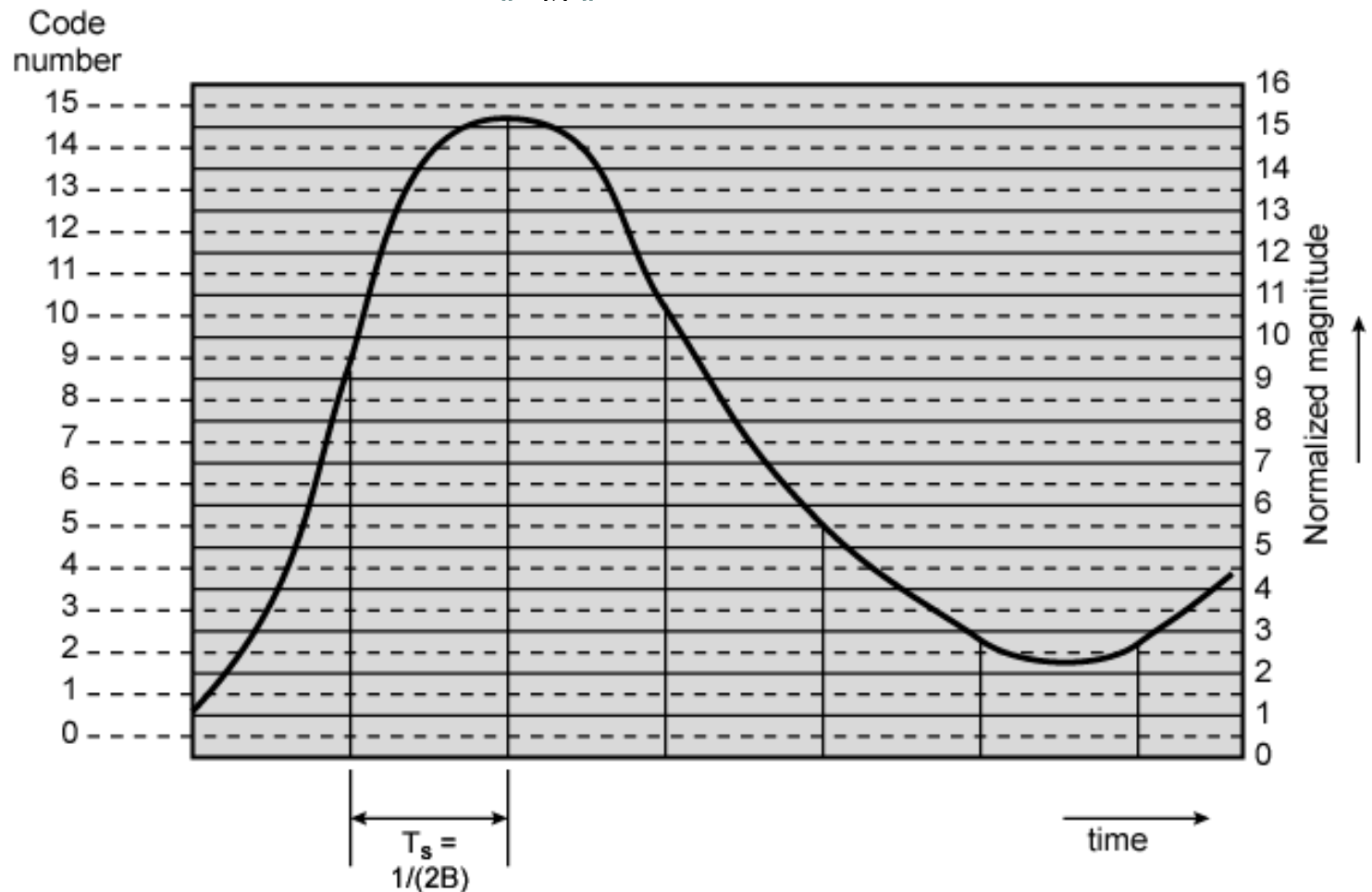


- Pembalik kode PCM



PCM Example

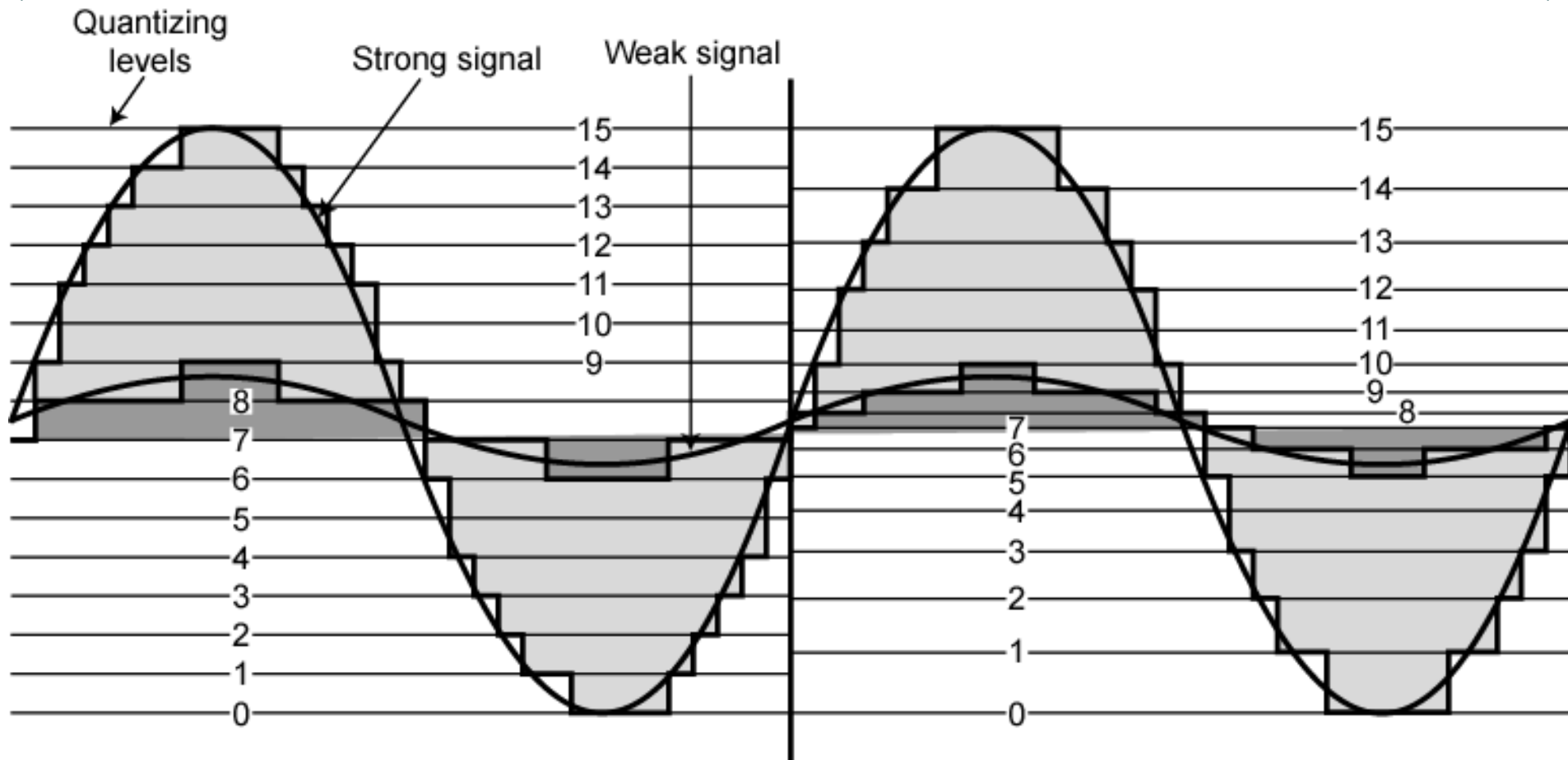
45



PAM value	1.1	9.2	15.2	10.8	5.6	2.8	2.7
quantized code number	1	9	15	10	5	2	2
PCM code	0001	1001	1111	1010	0101	0010	0010

Effect of Non-Linear Coding

46



(a) Without nonlinear encoding

(b) With nonlinear encoding

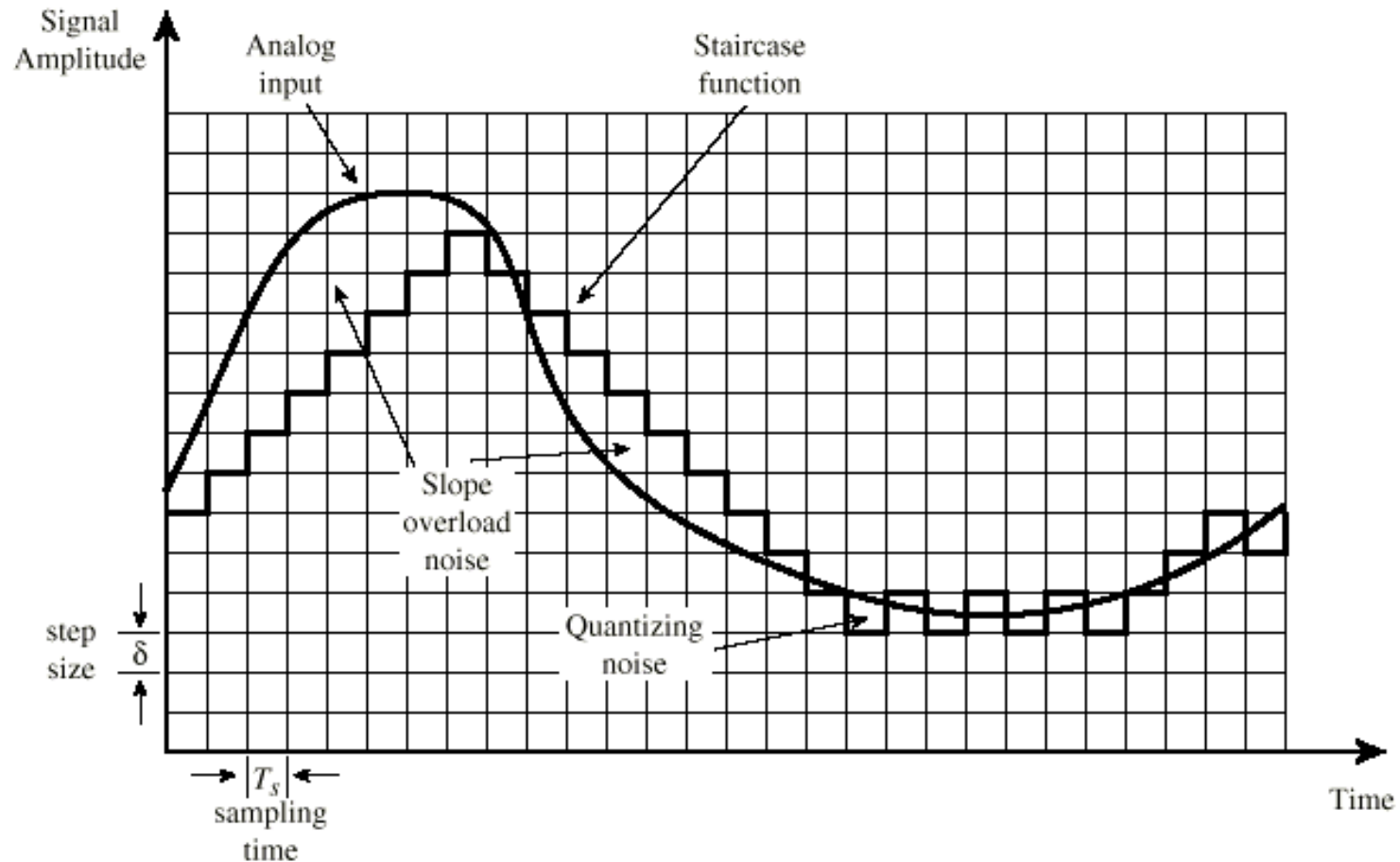
Delta Modulation

47

- Input analog diperkirakan dengan sebuah fungsi
- Naik turunkan 1 level (δ) pada masing-masing interval sampel.

Delta Modulation - example

48



Delta Modulation - Performance

49

- Baik untuk reproduksi voice
 - PCM - 128 levels (7 bit)
 - Voice bandwidth 4khz
 - $8000 \times 7 = 56\text{kbps}$ untuk PCM
- Kompresi data dapat ditingkatkan dengan ini
 - Misal: Interframe coding techniques for video

Analog Data, Analog Signals

50

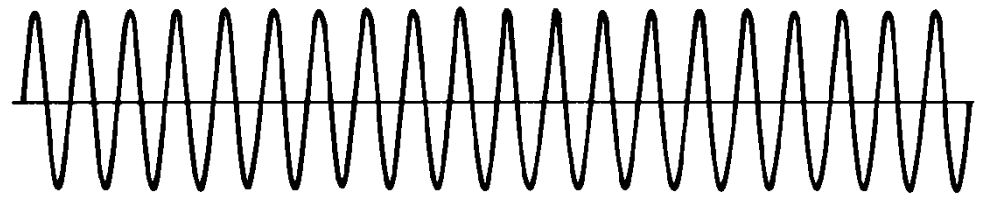
- Mengapa memodulasi analog signals?
 - Frekuensi yg lebih tinggi dapat memberikan transmisi yg lebih efisien.
 - Mengijinkan frequency division multiplexing
- Types of modulation
 - Amplitude
 - Frequency
 - Phase

Analog Modulation

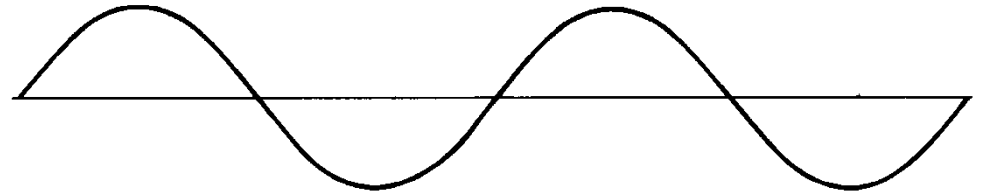
Amplitude Modulation (AM)

Phase Modulation (PM)

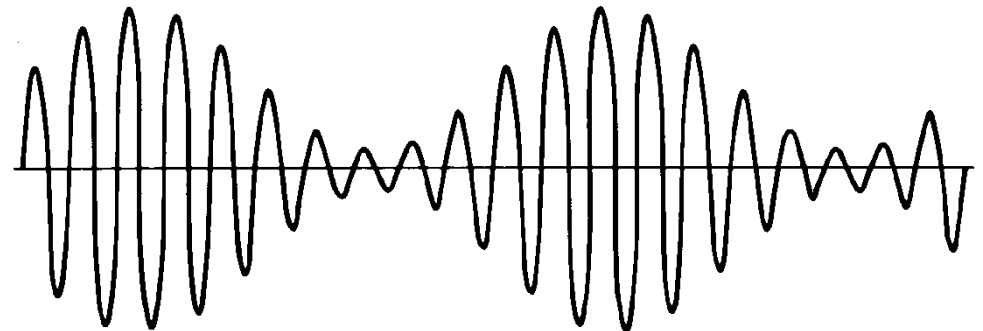
Frequency Modulation (FM)



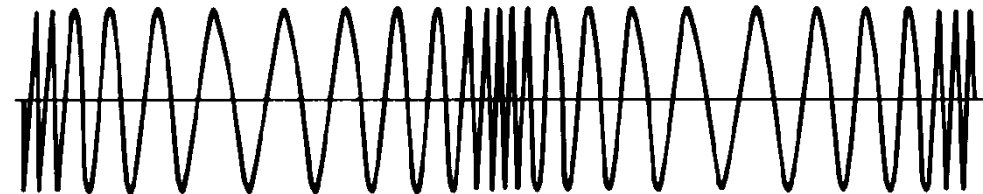
Carrier



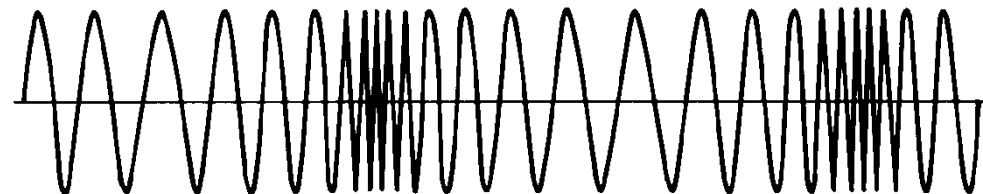
Modulating sine-wave signal



Amplitude-modulated (DSB-TC) wave



Phase-modulated wave

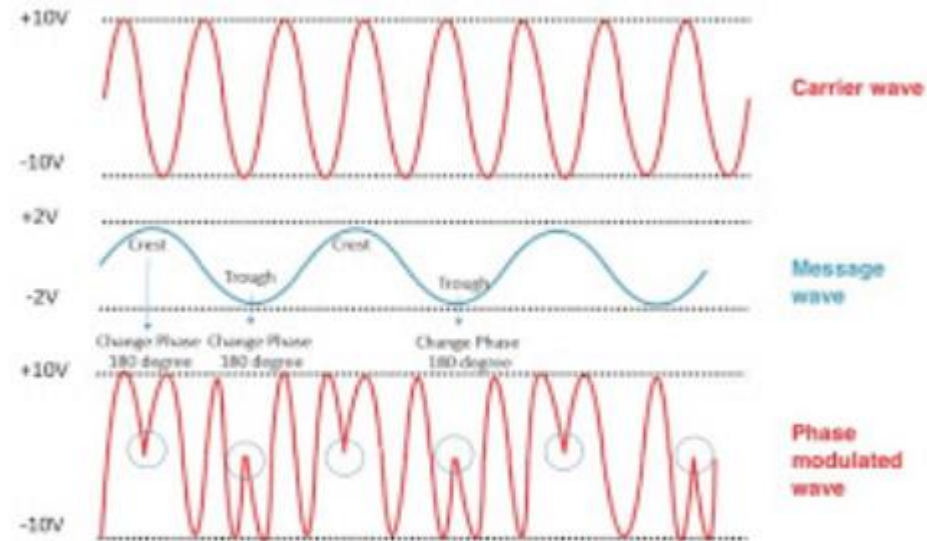
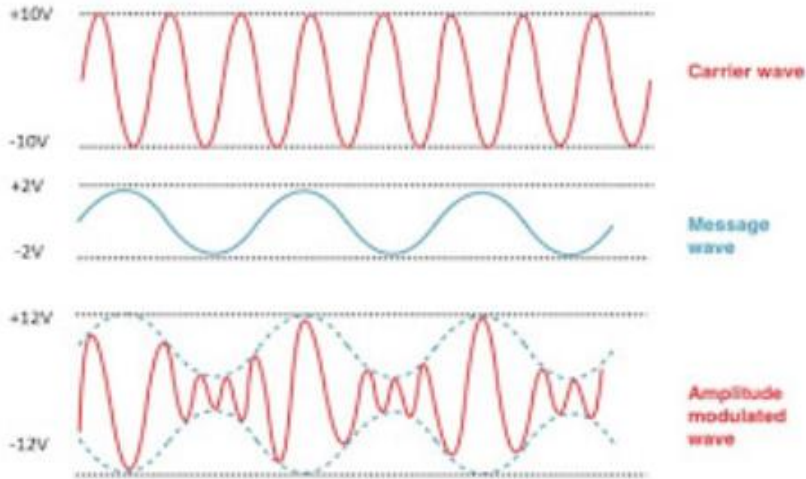


Frequency-modulated wave

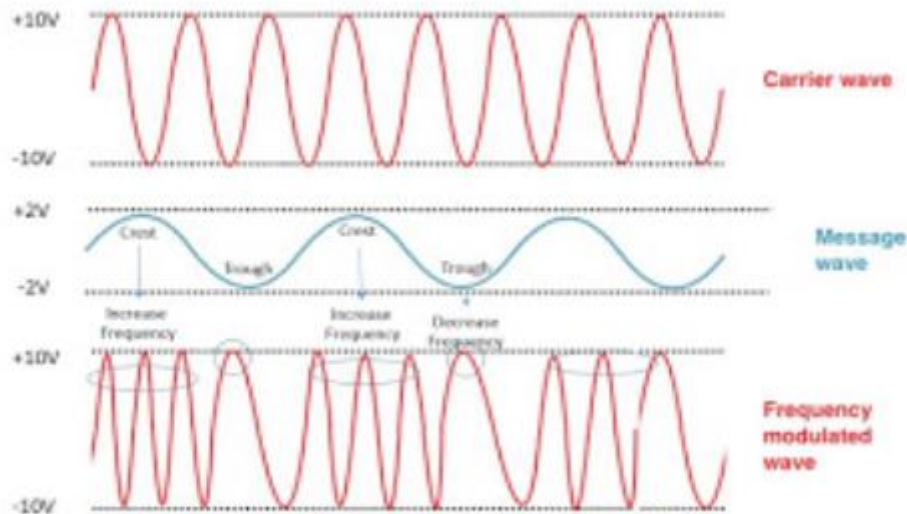
AM

52

PM



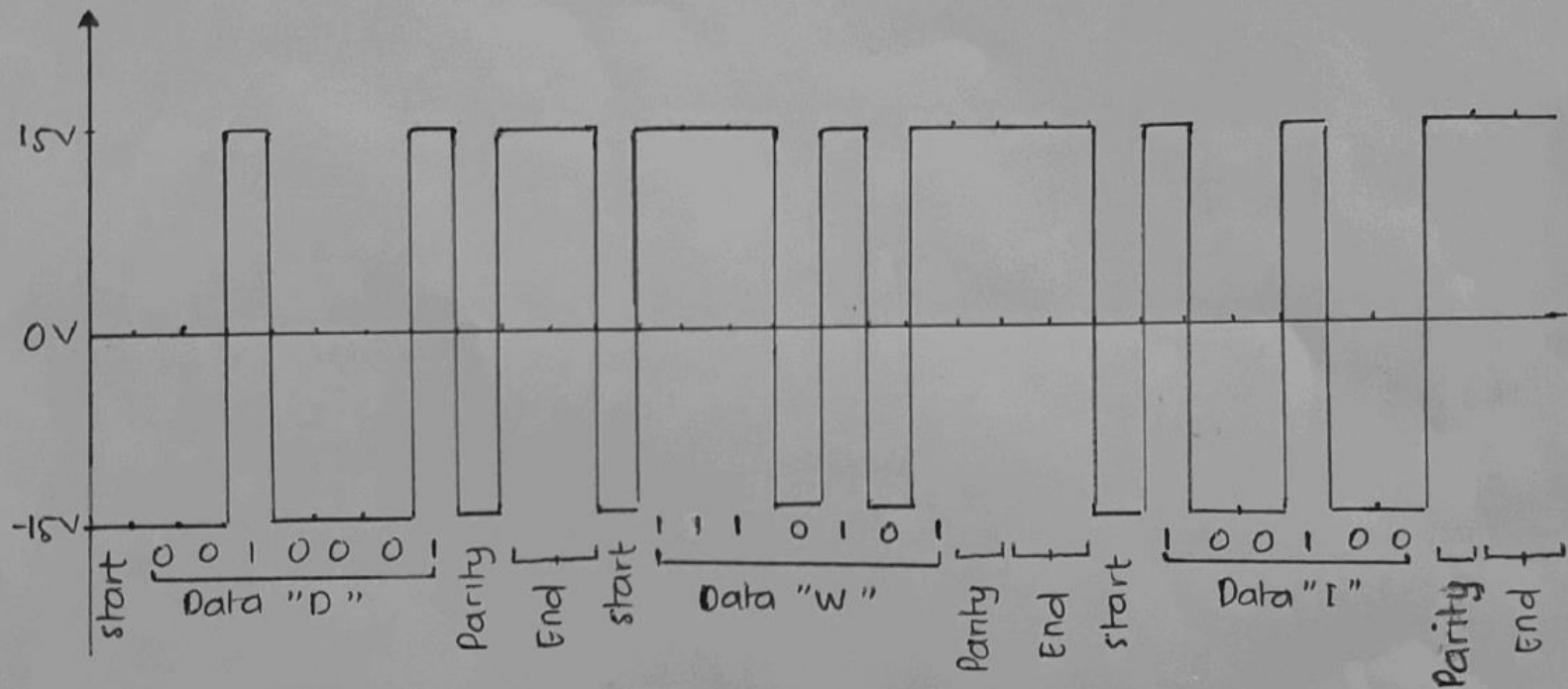
FM



Transmisi Sinkron

► Parity Even

	(Nilai Unicode)	(Hexadesimal)	(Biner)	(Parity)
D	0044	44	1000100	0 = 2
W	0057	57	1010111	1 = 6
I	0049	49	1001001	1 = 4

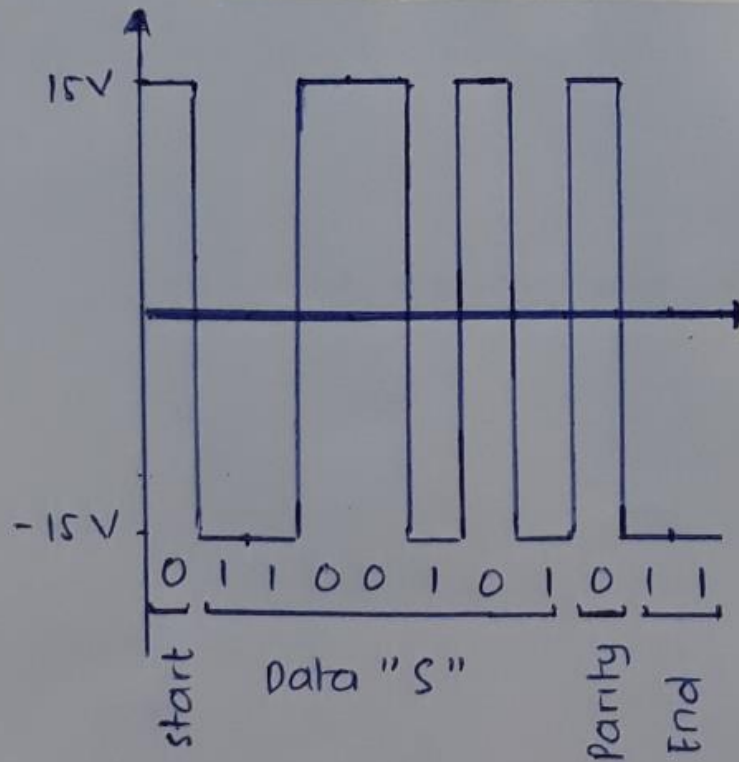


Even Parity

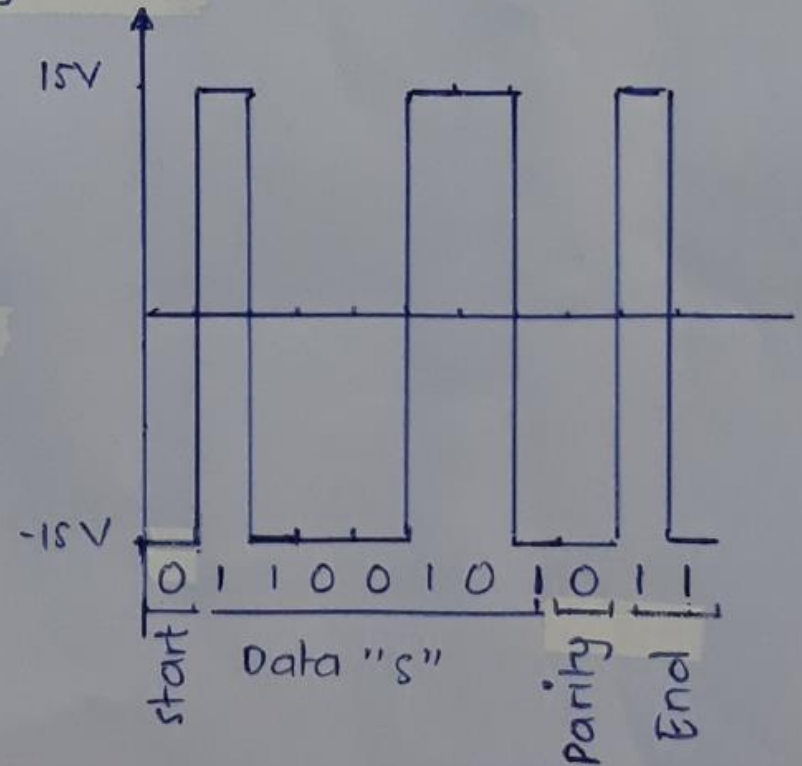
54

(b) NRZ-L

$S = 83 \rightarrow 10100110$ parity

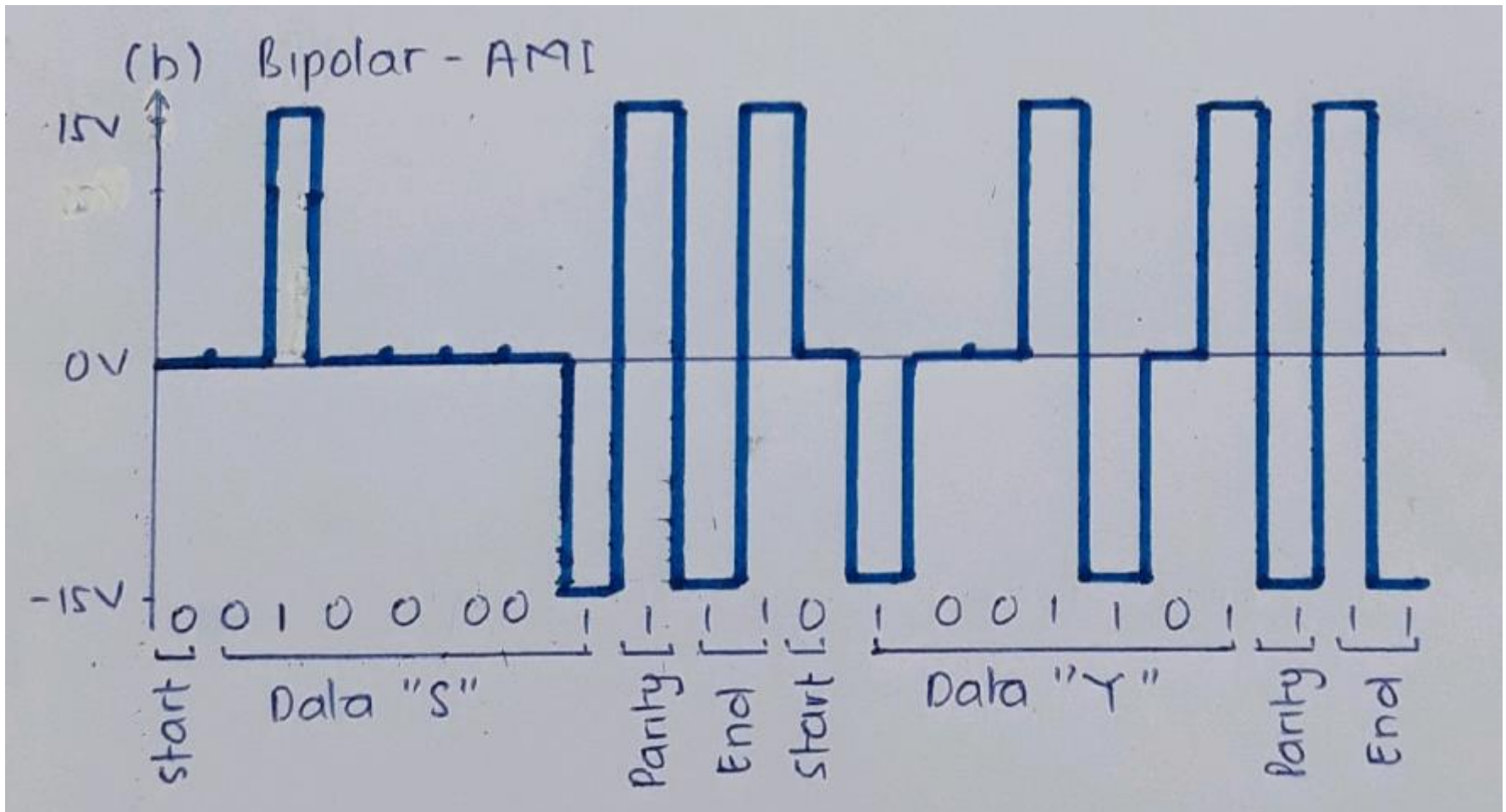


(c) NRZI



ODD PARITY

55



ODD PARITY

56

(c) Pseudoternary

