

Chapter 1

Digital Transmission

Latihan 1.1 Contoh soal 1

Solusi *Contoh solusi*

Latihan 1.2 Contoh soal

Solusi *Contoh solusi*

Latihan 1.3 Contoh soal

Solusi *Contoh solusi*

Latihan 1.4 Contoh soal

Solusi *Contoh solusi*

Latihan 1.5

Gambarlah grafik skema Manchester menggunakan masing-masing aliran data berikut, dengan asumsi bahwa level sinyal terakhir adalah positif. Dari grafik, tebak bandwidth untuk skema ini menggunakan jumlah rata-rata perubahan level sinyal.

- a) 00000000
- b) 11111111
- c) 01010101
- d) 00110011

Bandingkan tebakan Anda dengan entri yang sesuai pada Tabel 1.1.

Solusi

Gambar grafik skema Manchester dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Bandwidth sebanding dengan $(12,5 / 8) N$ yang berada dalam kisaran pada Tabel 1.1

($B = N$ hingga $B = 2N$) untuk skema Manchester.

Latihan 1.6

Gambarlah grafik skema diferensial Manchester menggunakan masing-masing aliran data berikut, dengan asumsi bahwa level sinyal terakhir adalah positif. Dari grafik, tebak bandwidth untuk skema ini menggunakan jumlah rata-rata perubahan level sinyal.

- a) 00000000
- b) 11111111
- c) 01010101

Tabel 1.1: Ringkasan skema pengkodean baris

Kategori	Skema	Bandwidth (rata-rata)	Karakteristik
Unipolar	NRZ	$B=N/2$	Mahal, tidak ada sinkronisasi otomatis jika panjang 0s atau 1s, DC
Unipolar	NRZ-L	$B=N/2$	Tidak ada sinkronisasi sendiri jika 0s panjang atau 1s, DC
	NRZ-I	$B=N/2$	Tidak ada sinkronisasi otomatis selama 0s, DC
	Biphase	$B=N$	Sinkronisasi diri, tidak ada DC, bandwidth tinggi
Bipolar	AMI	$B=N/2$	Tidak ada sinkronisasi otomatis untuk 0s lama, DC
Multilevel	2B1Q	$B=N/4$	Tidak ada sinkronisasi sendiri untuk bit ganda yang sama panjang
	8B6T	$B=3N/4$	Sinkronisasi diri, tidak ada DC
	4D-PAM5	$B=N/8$	Sinkronisasi diri, tidak ada DC
Multiline	MLT-3	$B=N/3$	Tidak ada sinkronisasi otomatis untuk 0s yang lama

d) 00110011

Bandingkan tebakan Anda dengan entri yang sesuai pada Tabel 1.1.

Solusi

Gambar grafik skema diferensial Manchester dapat dilihat pada Gambar 1.2.

Bandwidth sebanding dengan $(12/8) N$ yang berada dalam kisaran pada Tabel 1.1

($B = N$ ke $2N$) untuk skema diferensial Manchester.

Latihan 1.7

Gambarlah grafik skema 2B1Q menggunakan masing-masing aliran data berikut, dengan asumsi bahwa level sinyal terakhir adalah positif. Dari grafik, tebak bandwidth untuk skema ini menggunakan jumlah rata-rata perubahan level sinyal.

a) 0000000000000000

b) 1111111111111111

c) 0101010101010101

d) 0011001100110011

Bandingkan tebakan Anda dengan entri yang sesuai pada Tabel 1.1.

Solusi

Gambar grafik skema 2B1Q dapat dilihat pada Gambar 1.3.

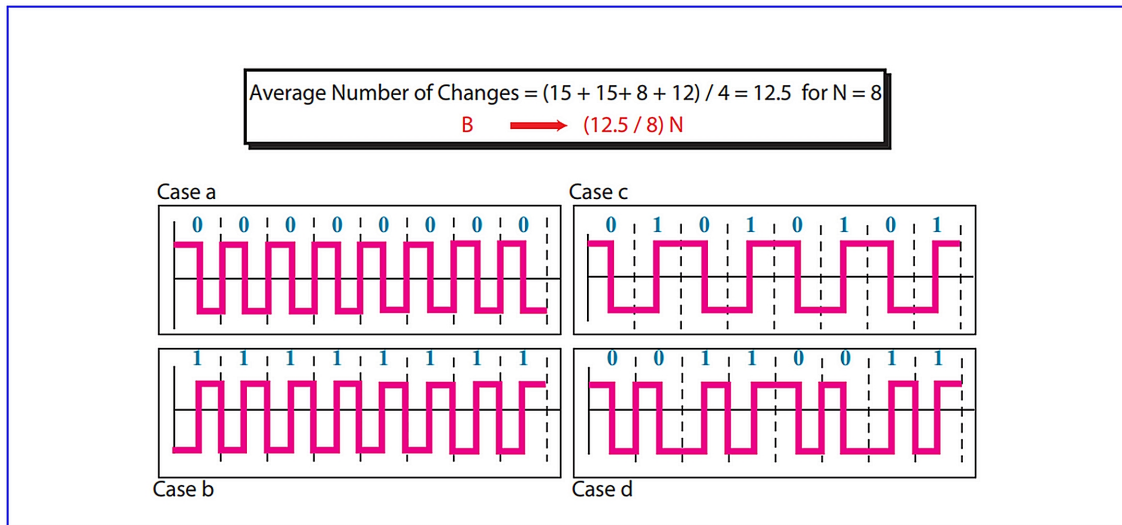
Bandwidth sebanding dengan $(5.25 / 16) N$ yang berada di dalam range pada Tabel 1.1

($B = 0$ hingga $N/2$) untuk 2B/1Q.

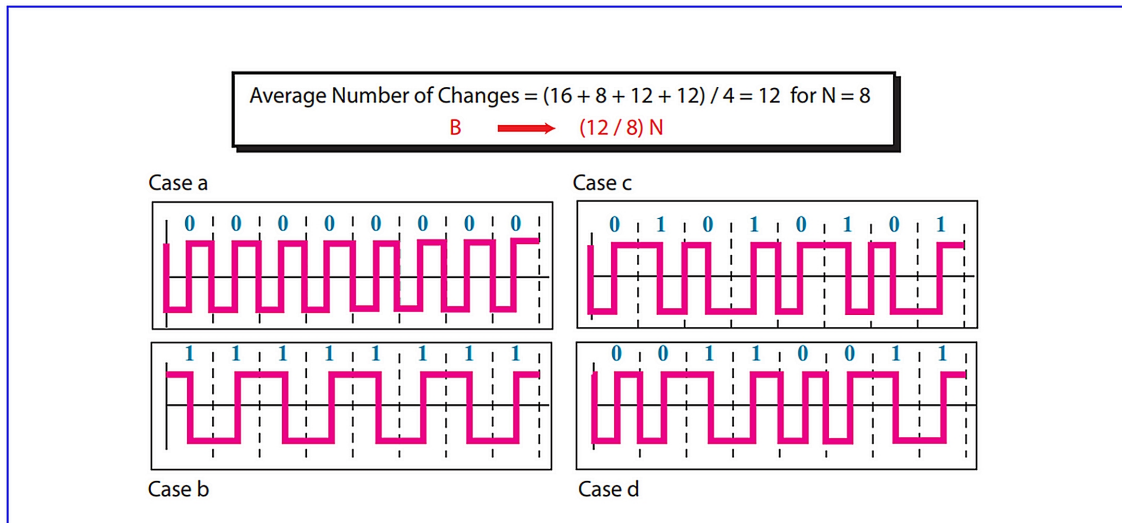
Latihan 1.8

Gambarlah grafik skema MLT-3 menggunakan masing-masing aliran data berikut, dengan asumsi bahwa level sinyal terakhir adalah positif. Dari grafik, tebak bandwidth untuk skema ini menggunakan jumlah rata-rata perubahan level sinyal.

a) 00000000



Gambar 1.1: Gambar grafik skema Manchester



Gambar 1.2: Gambar grafik skema diferensial Manchester

b) 11111111

c) 01010101

d) 00011000

Bandingkan tebakan Anda dengan entri yang sesuai pada Tabel 1.1.

Solusi

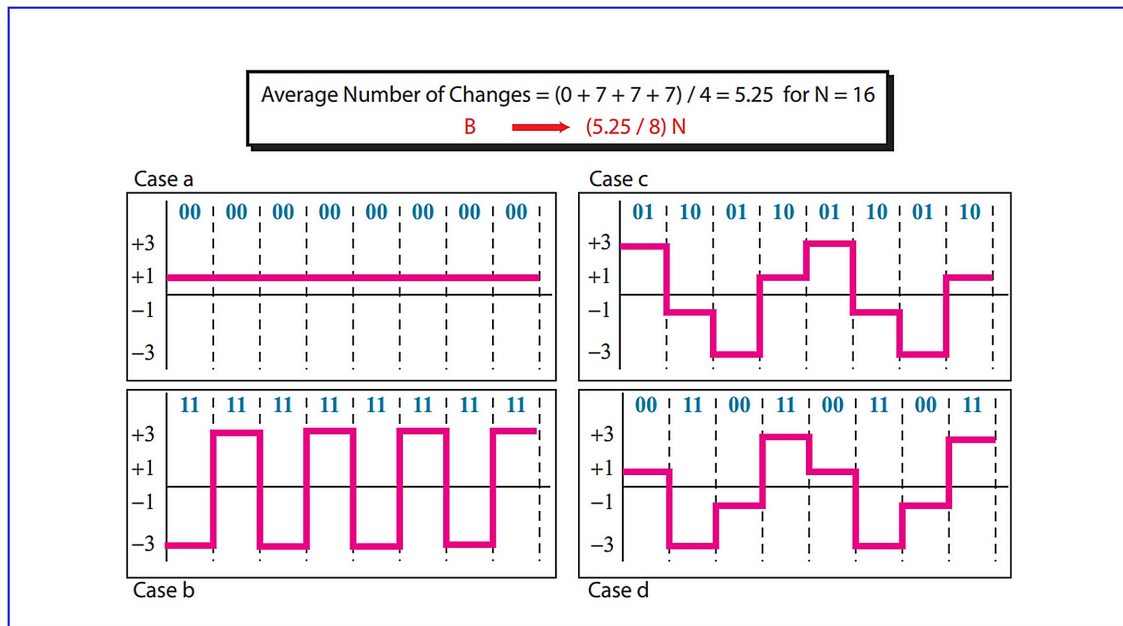
Gambar grafik skema MLT-3 dapat dilihat pada Gambar 1.4.

Bandwidth sebanding dengan $(5.25/8) \times N$ yang berada di dalam kisaran pada Tabel 1.1 ($B = 0$ hingga $N/2$) untuk MLT-3.

Latihan 1.9 Contoh soal 9

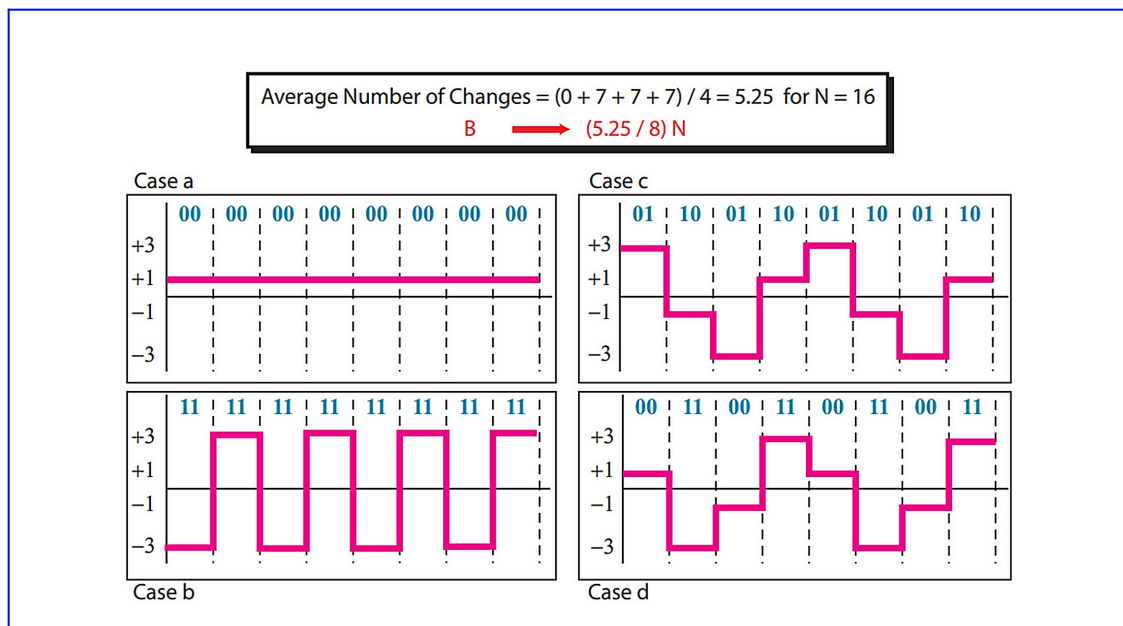
Solusi Contoh solusi

Latihan 1.10 Contoh soal



Gambar 1.3: Gambar grafik skema 2B1Q

Solusi *Contoh solusi***Latihan 1.11** Contoh soal**Solusi** *Contoh solusi***Latihan 1.12** Contoh soal**Solusi** *Contoh solusi***Latihan 1.13** Contoh soal 13**Solusi** *Contoh solusi***Latihan 1.14** Contoh soal**Solusi** *Contoh solusi***Latihan 1.15** Contoh soal**Solusi** *Contoh solusi***Latihan 1.16** Contoh soal**Solusi** *Contoh solusi***Latihan 1.17** Contoh soal 17**Solusi** *Contoh solusi***Latihan 1.18** Contoh soal**Solusi** *Contoh solusi***Latihan 1.19** Contoh soal**Solusi** *Contoh solusi***Latihan 1.20** Contoh soal**Solusi** *Contoh solusi*



Gambar 1.4: Gambar grafik skema MLT-3

Chapter 2

Analog Transmission

Latihan 2.1 Calculate the baud rate for the given bit rate and type of modulation.

- a. 2000 bps, FSK
- b. 4000 bps, ASK

Solusi We use the formula $S = (1/r) \times N$, but first we need to calculate the value of r for each case.

- a. $r = \log_2 2 = 1 \rightarrow S = (1/1) \times (2000 \text{ bps}) = 2000 \text{ baud}$
- b.

Latihan 2.2 Contoh soal

Solusi Contoh solusi

Latihan 2.3 Contoh soal

Solusi Contoh solusi

Latihan 2.4 Contoh soal

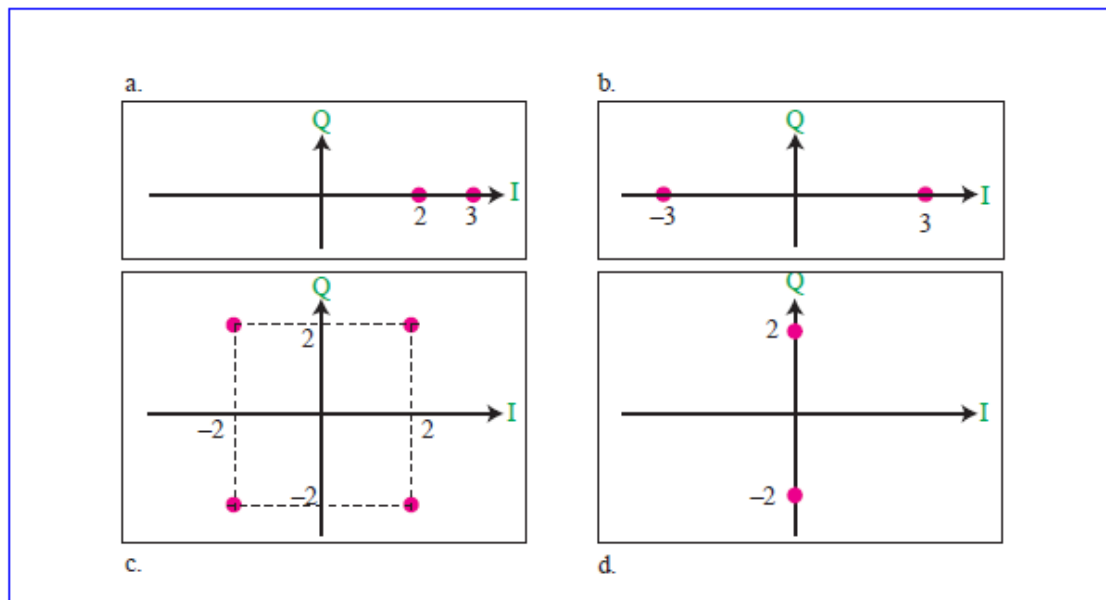
Solusi Contoh solusi

Latihan 2.5 Gambarlah diagram konstelasi untuk kasus-kasus berikut. Temukan amplitudo puncak nilai untuk setiap kasus dan tentukan jenis modulasi (ASK, FSK, PSK, atau QAM).Angka-angka dalam tanda kurung menentukan nilai I dan Q masing-masing.

- a. Dua titik di (2, 0) dan (3, 0).
- b. Dua titik di (3, 0) dan (-3, 0).
- c. Empat poin di (2, 2), (-2, 2), (-2, -2), dan (2, -2).
- d. Dua titik di (0, 2) dan (0, -2).

Solusi

- a. Ada dua amplitudo puncak keduanya dengan fase yang sama (0 derajat). Nilai amplitudo puncak adalah $A_1 = 2$ (jarak antara titik pertama dan titik asal) dan $A_2 = 3$ (jarak antara titik kedua dan titik asal).
- b. Hanya ada satu amplitudo puncak (3). Jarak antara masing-masing titik dan asalnya adalah 3. Namun, kami memiliki dua fase, 0 dan 180 derajat.
- c. Ini dapat berupa QPSK (satu amplitudo, empat fase) atau 4-QAM (satu amplitudo dan empat fase). Amplitudo adalah jarak antara titik dan asal, yaitu $(2^2 + 2^2)^{\frac{1}{2}} = 2,83$.

Figure 5.2 *Solution to Exercise 15*

Solution of Latihan 2.5

d. Ini juga BPSK. Amplitudo puncaknya adalah 2, tetapi kali ini fasenya adalah 90 dan 270 derajat.

Latihan 2.6 Berapa banyak bit per baud yang dapat kita kirim dalam setiap kasus berikut jika sinyal: rasi bintang memiliki salah satu dari jumlah titik berikut?

- 2
- 4
- 16
- 1024

Solusi Jumlah titik menentukan jumlah level, L . Jumlah bit per baud adalah nilai r . Oleh karena itu, kami menggunakan rumus $r = \log_2 L$ untuk setiap kasus.

- $\log_2 2 = 1$
- $\log_2 4 = 2$
- $\log_2 16 = 4$
- $\log_2 1024 = 10$

Latihan 2.7 Berapa bandwidth yang dibutuhkan untuk kasus berikut jika kita perlu mengirim 4000 bps? Misalkan $d = 1$.

- ASK
- QPSK
- 16-QAM
- 64-QAM

Solusi Kami menggunakan rumus $B = (1 + d) \times (1/r) \times N$, tetapi pertama-tama kita perlu menghitung nilai r untuk setiap kasus.

- a. $r = 1 \rightarrow B = (1 + 1) \times (1/1) \times (4000 \text{ bps}) = 8000 \text{ Hz}$
- b. $r = 1 \rightarrow B = (1 + 1) \times (1/1) \times (4000 \text{ bps}) + 4 \text{ KHz} = 8000 \text{ Hz}$
- c. $r = 2 \rightarrow B = (1 + 1) \times (1/2) \times (4000 \text{ bps}) = 2000 \text{ Hz}$
- d. $r = 4 \rightarrow B = (1 + 1) \times (1/4) \times (4000 \text{ bps}) = 1000 \text{ Hz}$

Latihan 2.8 Saluran telepon memiliki bandwidth 4 KHz. Berapa jumlah bit maksimum yang kami? dapat mengirim menggunakan masing-masing teknik berikut? Misalkan $d = 0$

- a. ASK
- b. QPSK
- c. 16-QAM
- d. 64-QAM

Solusi Kami menggunakan rumus $N = [1/(1 + d)] \times r \times B$, tetapi pertama-tama kita perlu menghitung nilai r untuk setiap kasus.

- a. $r = \log_2 2 = 1 \rightarrow N = [1/(1 + 0)] \times 1 \times (4 \text{ KHz}) = 4 \text{ kbps}$
- b. $r = \log_2 4 = 2 \rightarrow N = [1/(1 + 0)] \times 2 \times (4 \text{ KHz}) = 8 \text{ kbps}$
- c. $r = \log_2 16 = 4 \rightarrow N = [1/(1 + 0)] \times 4 \times (4 \text{ KHz}) = 16 \text{ kbps}$
- d. $r = \log_2 64 = 6 \rightarrow N = [1/(1 + 0)] \times 6 \times (4 \text{ KHz}) = 24 \text{ kbps}$

Latihan 2.9 Contoh soal 9

Solusi Contoh solusi

Latihan 2.10 Contoh soal

Solusi Contoh solusi

Latihan 2.11 Contoh soal

Solusi Contoh solusi

Latihan 2.12 Contoh soal

Solusi Contoh solusi

Chapter 3

Bandwidth Utilization: Multiplexing and Spreading

Latihan 3.1 Asumsikan bahwa saluran suara menempati bandwidth 4 kHz. Kita perlu multipleks 10 saluran suara dengan band penjaga 500 Hz menggunakan FDM. Hitung yang dibutuhkan bandwidth?

Solusi Untuk multipleks 10 saluran suara, kita membutuhkan sembilan band penjaga. Bandwidth yang dibutuhkan kemudian $B = (4 \text{ KHz}) * 10 + (500 \text{ Hz}) * 9 = 44,5 \text{ KHz}$

Latihan 3.2 Kita perlu mengirimkan 100 saluran suara digital menggunakan saluran pass-band dari 20 KHz. Berapa rasio bit/Hz jika kita tidak menggunakan guard band?

Solusi Bandwidth yang dialokasikan untuk setiap saluran suara adalah $20 \text{ KHz} / 100 = 200 \text{ Hz}$. Seperti yang kita lihat di bab sebelumnya, setiap saluran suara digital memiliki kecepatan data 64 Kbps (8000 sampel * 8 bit/sampel). Ini berarti bahwa teknik modulasi kami menggunakan $64.000/200 = 320 \text{ bit/Hz}$.

Latihan 3.3 Dalam hierarki analog Gambar 6.9, temukan overhead bandwidth ekstra untuk guard band atau kontrol di setiap level hierarki grup, supergrup, grup master, dan kelompok jumbo.

Solusi a. Tingkat grup: overhead = 48 KHz ($12 * 4 \text{ KHz}$) = 0 Hz b. Tingkat supergrup: overhead = 240 KHz ($5 * 48 \text{ KHz}$) = 0 Hz c. Grup master: overhead = 2520 KHz ($10 * 240 \text{ KHz}$) = 120 KHz d. Grup Jumbo: overhead = 16,984 MHz ($6 * 2,52 \text{ MHz}$) = 1,864 MHz.

Latihan 3.4 Kita perlu menggunakan TDM sinkron dan menggabungkan 20 sumber digital, masing-masing 100 Kbps. Setiap slot keluaran membawa 1 bit dari setiap sumber digital, tetapi satu bit tambahan ditambahkan ke setiap frame untuk sinkronisasi. Jawab pertanyaan berikut a. Berapa ukuran bingkai keluaran dalam bit? b. Berapa kecepatan bingkai keluaran? c. Berapa durasi frame output? d. Berapa kecepatan data keluaran? e. Berapa efisiensi sistem (rasio bit yang berguna dengan total bit).

Solusi a. Setiap bingkai keluaran membawa 1 bit dari setiap sumber ditambah satu bit tambahan untuk sinkronisasi. Ukuran bingkai = $20 * 1 + 1 = 21 \text{ bit}$. b. Setiap frame membawa 1 bit dari setiap sumber. Kecepatan bingkai = $100.000 \text{ bingkai/dtk}$. c. Durasi bingkai = $1 / (\text{kecepatan bingkai}) = 1/100.000 = 10 \text{ s}$ d. Kecepatan data = $(100.000 \text{ bingkai/dtk}) * (21 \text{ bit/bingkai}) = 2,1 \text{ Mbps}$ e. Dalam setiap frame 20 bit dari 21 berguna. Efisiensi = $20/21 = 95$

Latihan 3.5 Contoh soal 5

Solusi Contoh solusi

Latihan 3.6 Contoh soal 6

Solusi Contoh solusi

Latihan 3.7 Contoh soal

Solusi Contoh solusi

Latihan 3.8 Contoh soal

Solusi Contoh solusi

Latihan 3.9 Contoh soal 9

Solusi Contoh solusi

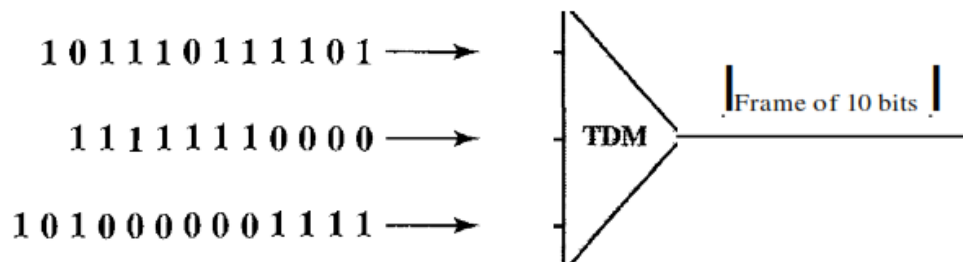
Latihan 3.10 Contoh soal

Solusi Contoh solusi

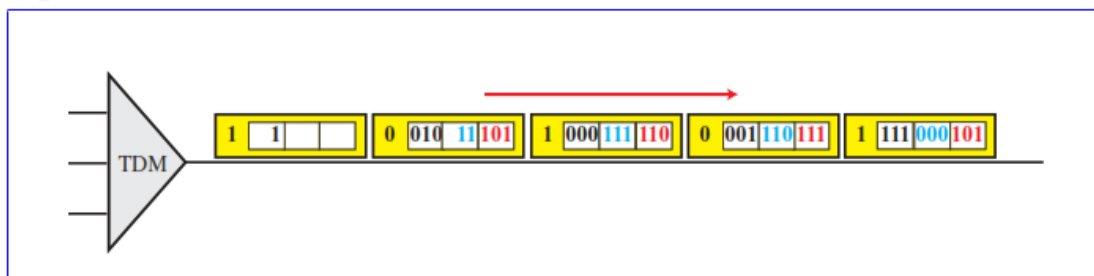
Latihan 3.11 Contoh soal

Solusi Contoh solusi

Latihan 3.12 Contoh soal 12 : Gambar dibawah ini menunjukkan multiplexer dalam sistem TDM sinkron. Setiap slot keluaran adalah panjangnya hanya 10 bit (3 bit diambil dari setiap input ditambah 1 bit framing). Apa keluarannya? jalur kecil? Bit tiba di multiplexer seperti yang ditunjukkan oleh panah.



Solusi



Latihan 3.13 Contoh soal 13 : Gambar 3.1 dibawah menunjukkan demultiplexer dalam TDM sinkron. Jika slot input adalah 16 bit panjang (tanpa bit framing), apa aliran bit di setiap output? Bit tiba di demultiplexer seperti yang ditunjukkan oleh panah.

Solusi

Latihan 3.14 Jawab pertanyaan berikut tentang hierarki digital pada Gambar 3.3:

- Berapa overhead (jumlah bit tambahan) dalam layanan DS-1?
- Berapa overhead (jumlah bit tambahan) dalam layanan DS-2?
- Berapa overhead (jumlah bit tambahan) dalam layanan DS-3?

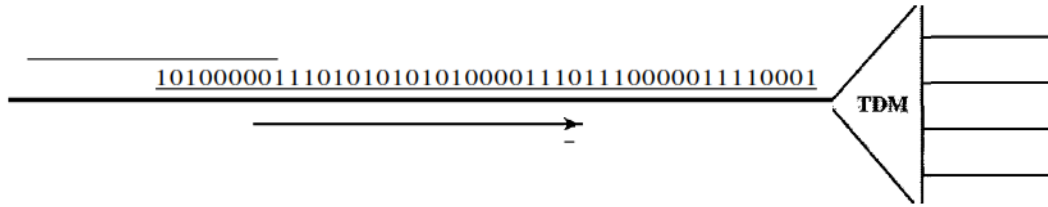


Figure 3.1: TDM

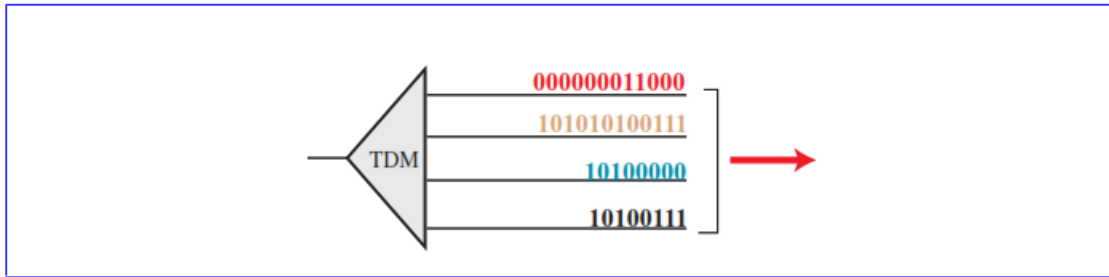


Figure 3.2: solusi TDM

d. Berapa overhead (jumlah bit tambahan) dalam layanan DS-4?

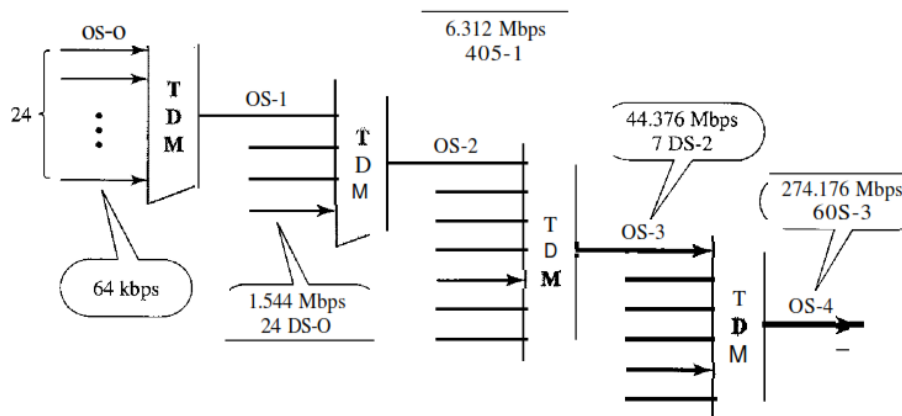


Figure 3.3: Hierarki Digital

Solusi

- $DS-1 \text{ Overhead} = 1.544 \text{ Mbps} - (24 \times 64 \text{ kbps}) = 8 \text{ kbps}$
- $DS-2 \text{ Overhead} = 6.312 \text{ Mbps} - (4 \times 1.544 \text{ kbps}) = 136 \text{ kbps}$
- $DS-3 \text{ Overhead} = 44.376 \text{ Mbps} - (7 \times 6.312 \text{ kbps}) = 192 \text{ kbps}$
- $DS-4 \text{ Overhead} = 274.176 \text{ Mbps} - (6 \times 44.376 \text{ kbps}) = 7.92 \text{ Mbps}$

Latihan 3.15 Contoh soal 15

Solusi Contoh solusi

Latihan 3.16 Contoh soal 16

Solusi *Contoh solusi*

Latihan 3.17 Contoh soal 17

Solusi *Contoh solusi*

Latihan 3.18 Contoh soal

Solusi *Contoh solusi*