CSE-350

Data Communications

06-02-24

Simplex → one way to send data
(Only sender can send the data to the receiver)

Half duplex → at a time যেকোনো একদিকে data send করবে। যখন sender data send করবে তখন receiver only receive করবে, আবার receiver যখন data send করবে তখন sender only data কে receive করতে পারবে।

full duplex → sender, receiver ~~দুজনেই একসাথে data~~ send & receive করতে পারবে।

Networks:
interconnected network device যুক্ত হয় & তাদের মধ্যে data ~~transmitted~~ হতে হয়।
primary concern of network is data communication.

Throughput: channel এর মধ্যে দিয়ে ~~data~~ bit sender থেকে receiver এর কাছে পৌঁছায়। তাকে [illegible] বলে।

delay:

Network device এর failure rate কম হতে হবে। frequently হলে সমস্যা।

Robustness:
কেউ enjured হলে সে আর হাঁটতে নামতে পারবে না। Then সেই হসপিটালে তাকে কিছুদিন এডমিট করা হলো। Then সে কিছুটা better feel করবে and আবার হাঁটতে নামল। এটাই robustness

Physical Structure:

for one point data can be send or transmitted to the other point. that is point to point.

Multipoint:

for one point to multiple point that data can be transmitted. Eg: Sir এর সাথে class এ সবার কথোপকথন.

Physical Topology:

একটি network এর physical structure কেমন সেটাই explain করে Topology.

(office use) Mesh topology is a fully connected network. এখানে প্রতিটি device প্রত্যেকের সাথে connected থাকবে। Mesh এ device/cable অনেক বেশি লাগে, তাই costing বেশি হবে। devices are connected directly to each other.

কোনো একটি device নষ্ট হলেও পুরো network এ কোনো effect পড়বে না, that's robust. কারণ একটি station এর অনেক alternative path আছে।

I/O port বাড়াতে হবে অনেক cable add করতে হবে। সেজন্য installation and configuration কঠিন।

Star topology:

Switch/hub ই হলো main center. এটা নষ্ট হলে পুরো network stop হয়ে যাবে।

Device are not connected directly to each other.

Bus topology: (বাসাবাড়িতে use করা হয়।) (multipoint connection)
একটি center backbone cable থাকে যা; এই cable দিয়ে device গুলো সাধারণত থাকে। এই cable destruct/নষ্ট হলে entire network নষ্ট হয়ে যাবে।
Backbon cable হচ্ছে most efficient path.
Easy to install.

Ring topology:
device গুলোর উপরে এবং নিচে connected থাকবে, and প্রত্যেকটা device এ চলে যেতে, as they are connected in a ring way, তাই কোনো station নষ্ট হলে পুরো network নষ্ট হয়ে যাবে কারণ alternative path নাই।

Hybrid topology: (Mostly used)
এটাতে যে কোনো দুইটার সাথে connected থেকে topology create করে।

08-02-24

Trade off:

কোনো কিছু করতে গেলে subsequent আরো কিছু জিনিসকে ছাড় দিলাম, consider করলাম।

Hybrid Topology:

দুই বা তার বেশি topology গুলোর ভালো জিনিসগুলো নিয়ে combine করে যে topology create করা হয় সেটা hybrid Topology.

Categories of Network

1) Extension ⇐ LAN, MAN, WAN (Wide/World area network)
2) Data transmission.

LAN:

The net - which is designed for a specific room or a building. The coverage of LAN will be within a room - or a building.

LAN কেও divide করা যায়। Like: PAN (Personal Area network)
office এ হলে OAN (office Area Net.)
Campus এ এ CAN (Campus এ এ)
Body তে ছোট machine use করে PC তে image আনার net. হলে BAN.

MAN: (PAN এর থেকে বড়)

URBAN area তে যে network designed করা হয় সেটা MAN. Eg: Dhaka শহরকে যে network provide করা হয় সেটা হচ্ছে MAN।

WAN: (MAN এর থেকে বড়)

Eg: Internet: এক continental থেকে আরেক continental এর network যেগা হয়ে যায়, like: Dhaka to America.

Protocols

A set of rules or goals that denots how data communticates through network.

Syntax: Structure ঠিক আছে কিনা।

Semantics: meaningful data হচ্ছে কিনা।

Timing: কখন data কে send করা হবে, কীভাবে যাবে এগুলো protocols decide করে দেয়।

13-02-24

Reference model 2 ধরনের।

(margin: ব্যবহৃত প্রচলিত)

Transmission control protocol / Internet protocol. Model.
— 5 টি layer. (Presentation & session layer বাদে বাকি 5 টি layer এই protocol এ আছে & এদের কাজও same)

OSI Model. (Open System Interconnection) → iso এই model এর প্রথম proposal দেয়।
- 7 টি layer.

সবার ~~উপরের~~ উপরের Layer

- Application layer. → এটা msg নিয়ে কাজ করে। এটা doesn't care about bit. audio, video, msg ~~কি টাইপের হবে কিনা এটার concern.~~
- Presentation layer
- Session layer
- Transport layer
- Network layer
- Data Link layer
- Physical layer → সবার নিচের Layer.

এটি ~~to~~ raw bit নিয়ে main concern. bit কি ভাবে transmission হয়। আমি কত bit receive করছি, কত bit send করছি এগুলো layer এর ~~আমাদের~~ main concern.

Bit synchronization, bit transmission, bit এর error হচ্ছে কিনা। এটার layer main concern.

এর functionality হলো to create frame by collecting the raw bits. কতগুলো frame পাঠানো হচ্ছে, ঠিকঠাক পৌঁছে যাচ্ছে কিনা। flow control of frame is also another functionality. Normal frame transmission এর flow এর থেকে বেশি হলে সমস্যা। প্রতি sec এ আমি 1টি করে frame receive করতে পারব। এখন 3 টি পাঠালে আমার পক্ষে receive করা সম্ভব হবে না।

Error control করে থাকে।

- Two sublayer of Data link layer.
  - MAC :: (Medium Access control) (Medium/ Link এর মধ্যে access কে control করে।)
  - LLC :: (Logic Link control)

MAC এর কাজ:

যদি shared channel among multiple participants। (collision হতে পারে, sol^n হলো: যারা data transmit করতে চায়।) তাহলে channel কে divide করে দিব among the participants. But new participants add হলে তারা আবার ঐ divided channel এর মধ্যে collision start হবে। So, সেক্ষেত্রে, time slot দিয়ে দেয়া যায়। যে, ১ম 5 min ১ জনকে, পরের 5 min 2nd জনকে etc. ~~কিন্তু সেক্ষেত্রেও একটা problem হয় সেটি হলো:~~ সেক্ষেত্রে channel দরকার না হলেও তোমাকে queue তে দাঁড়াতে হবে but সবার দিকে তাকালে যাতে সব সময় সবাই সেই channel কে পাবে। so, it's not a proper sol^n also.

Channel কে scan করে if, it's free. যদি free হয়ে থাকে, তাহলে data communication করবে channel এর মধ্যে দিয়ে। ঐ সময় কেউ যদি scan করতে যায় সে free পাবে না। So, সে use করবে। যতক্ষণ না free না হবে।

LLC:

যদি দুটি ~~device~~ entity এর মধ্যে connection create করে LLC.

Network Layer:

data কে routing করা হয় থাকে, Network layer source থেকে destination এ data কে send করা হয় থাকে, data এই layer এ pass হয় packet আকারে, ছোট ছোট ভাগে ভাগ হয়ে।

প্রতিটি packet এ source & destination address থাকে, এবং IP address. Error code control এর কাজও করে থাকে।

Transport Layer:

দুই ভাবে data communicate হয় / দুটি protocol আছে connection oriented dedicated path → এর transmission হয় একে TCP

without a dedicated path → একে UDP (User datagram Protocol) connection less.

Segment আকারে data pass হয়।

Total data কে কয়েকটি part এ divide করে, kind of packet এর মত segment এর flow control, error code control হয়ে থাকে, Source port & destination port থাকে।

Session layer: / dialogue Controller

Sender & receiver এর মধ্যে connection / session establish করে দেয়।

Presentation Layer:

data এর structure, format এগুলোর ভিত্তিতে সেটা আমাদের কাছে present হয় কিনা।

Application Layer:

User যে application interface ব্যবহার করে তার মাধ্যমে user এর কাছে application কার্যকর হয়।

এর protocol হচ্ছে http, DNS (Domain Name System) telnet, pop (post office protocol)

↓
remote access

এর মানে। Like: portal আমরা বাসায় use করতে পারি।

chap-03

15-02-2024

Data & Signals

Data — Analog → comes from the analog signal
Data — Digital → " " " digital "

Analog : ~~cor~~ এই signal continuous/নিরবিচ্ছিন্ন।
Digital: " " discrete / বিচ্ছিন্ন। কখনো value থাকবে কখনো value থাকবে না।

→ It has continuous values with respect to time.

Digital signal → another name pulse signal.

Periodic Analog Signal:
যে ১টি period maintain করে। ১টি বিন্দুকে কেন্দ্র করে শুরু থেকে ~~শেষ~~ বিন্দু পর্যন্ত আসলে ১টি পর্যায় complete হবে। ১ম cycle যেমন pattern শুরু হবে, বাকি cycle গুলোতেও সেই pattern শুরু হতে হবে।

Non-periodic: যেটি কোনো particular pattern follow করে না।

Simple যাকে elementary/যেটাকে আর divide করা যায় না।

Composite signal is a combination of two or more signals.

Simple ↓ or elementary.

Sine wave
sinusoidal way to signal pass হয়।
Amplitude এবং time এর যে relationship সেটাই signal.

১sec এ যতগুলো full cycle complete করে সেটাই signal এর frequency.

Slide - 5: ১sec এ 3টি full cycle complete করে. So freq = 3 Hz or cycle/s.

১টি full cycle এ যে সময় লাগে সেটা period.

So, $T = \frac{1}{3} = 0.33$ sec $\rightarrow [f = \frac{1}{T}]$

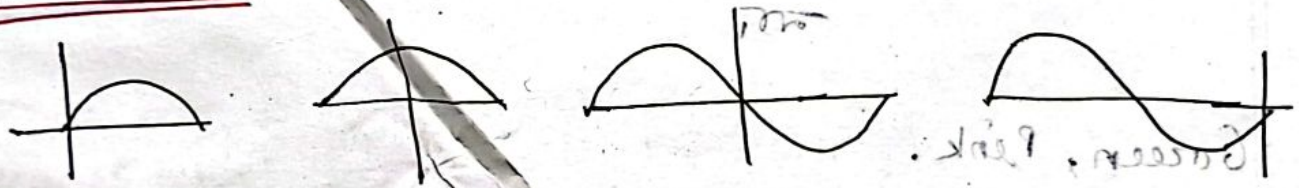
(T = period)

১টি full cycle = ১টি period.

হলো ১টি pattern

যেসব ১টি only period থাকে তাকে বলি aperiodic signal.

Phase:



phase = 0° 90° 180° 360°

Wavelength: ১টি full cycle এর দৈর্ঘ্য হলো λ.

~~১টি peak~~ ১টি half cycle এর আরেকটার মধ্যে phase diff ১৮০° হয়.

Time & Frequency Domain:

Time domain, signal is independent variable time. (X axis is the independent variable or the value changes with time)

freq domain → freq.

Time domain signal ⟷ freq domain signal

Slide → 10 → time এর সাথে সাথে constant

(Blue line) So, এর non-periodic analog signal. কারণ এই signal ——— পুরো সময় একই pattern follow করছেনা।

Green, Pink.

22-02-24

A composite periodic signal:

এই slide এ f, 3f, 9f measurement গুলো দিয়ে ব্যবহার দিব,
অন্য slide এ freq domain এ যে time দেয়া থাকবে সেগুলো
frequency হবে।

non-periodic composite signal:

এটিও একটি analog signal but non-periodic, কোনো period
নাই। এতে কোনো full cycle নাই।

Bandwidth: (একক: Hz)

1 byte = 8 bits. Mbps = Mega bit per sec
MBps = Mega Byte per sec.

max & min freq এর যে distance তা সেই range এর মধ্যেই
signal pass | data communicate হবে। min এর সমান or কম and max এর
সমান ও বেশি হলে signal pass হবে না।

Bandwidth 5000Hz বলতে বুঝায়:
ঐ freq এর মধ্যে যে signal গুলো রয়েছে সেই signal গুলোই
ঐ channel এর মধ্যে দিয়ে pass হবে।

Digital Signal | Pulse | Square Shape

1 sec এ কয়টি bit transfer হয় তাই bps. bps = Bit rate

transmitted bit 1 হলে, there is pulse.
" " 0 " " " no-pulse.

দুটি same pulse হলে তাদের মধ্যে কোনো separator use করা হয়
না।

Bit length = propagation speed * bit duration

a) this is a two-level digital signal.

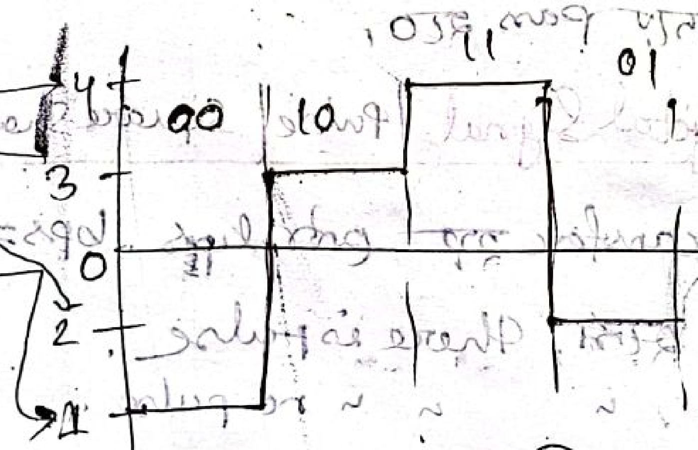
বড় level-1 origin বরাবর থাকবে। level-2 max বরাবর থাকবে।

b) origin line টেনে যাতে in this case, 4 টি level consider করেছি, একসাথে bit টি pair আকারে আসছে।
like: 11, 10, 00, etc.

1 মানে উপরে
0 মানে নিচে .

4 ← 11 → উপরে উপরে বলতে একদম peak বুঝাচ্ছে।
3 ← 10 → উপরে নিচে = উপরে থাকবে কিন্তু ১ ধাপ নিচে নামবে।
1 ← 00 → নিচে নিচে বলতে একদম নিচের level বুঝাচ্ছে।
2 ← 01

একটি pulse
how many areas will be covered by this pulse.
একটি bit interval এ area বলতে time বুঝাচ্ছে।



10 → উপরের থেকে 1 step নিচে
01 → নিচের থেকে 1 step উপরে

26-02-2024

Digital data 2 major way to send করি < Broad Band / Baseband transmission

Baseband:

We have to send the binary bits by converting it to digital pulses and send it through the channel, that is baseband. very large system এ এই transmission করা যায় না, কারণ pulse overlap হয়।

Broadband:

we have to send the binary bits by converting it to digital pulses and send it (as an analog form) by converting analog signal signal. that is Broadband.

↓ modulation

long distance communication এর জন্য Broadband use করা হয়।

channel:

amplitude কম ← low-pass → only low freq. signal can be transmitted through it.

high-pass → only high freq " " " "

band-" → একটি particular band - freq maintain করবে যেটা Range এর মধ্যে থাকবে। Range এর মধ্যে freq হলে band pass হবে।

30K Hz → 50kHz.

Digital to analog Converter:

input এ digital signal input দিলে তার output এ analog signal এ generate করে।

Channel এর characteristics এর কারণে output এ signal, shape change হয়ে যায়। কী কী কারণে signal change হয়?

Transmission impairment

Attenuation:

input এ যে original signal দিব সেটা channel এর মধ্যে দিয়ে সামান্য কম signal হয়ে যত দূরে যেতে থাকে তত weak হয়ে যায় এবং amplitude কমে যায়।

Amplifier use করার ফলে signal কে আবার আগের অবস্থায় নিয়ে আসা হয়।

Attenuation হয় সবসময় unit less. তবে unit less সংখ্যা কে decibel এ represent করি।

$$dB = 10 \log_{10} \frac{P2}{P1}$$

Point 1 → P1
Point 2 → P2 or (output)

Distortion:

channel এর কোন problem এর কারণে signal এর shape change হয়ে যায় সেটা distortion.

Noise:

channel এর মধ্যে unwanted কোনো signal এর কারণে signal এ যে change হয় সেটা Noise.

Hello!

slide এ Point 2 এ Noise এর

Signal-to Noise Ratio মানে $\frac{Signal}{Noise}$

অর্থাৎ যদি, Signal ↑ এবং Noise ↓ হয়,

তাহলে, SNR ও বেশি হবে। এবং, ভালো হবে।

যখনই SNR হবে ↑, signal তত ↑, Noise ↓.

distortion ও unitless: তাই $SNR_{dB} = 10 \log_{10} SNR$.

যে channel এ কোনো noise নাই সেটা noiseless.

যেই Nyquist Bit Rate maintain করে, সেই

বলে bandwidth এর জন্য নির্দিষ্ট Rate এ bit transfer হবে,

L = number of signal level.

Bit rate formula maintain করলে channel টা noiseless হবে।

সর্বোচ্চ যত limit send করতে পারবে সেটা ওর Capacity. (→ upper limit)

Performance:

performance evaluation parameter = bandwidth

Bandwidth যত ↑, performance তত ↑.

যতটা bit একই sender এর কাছ থেকে receiver কতটা fast হিসাবে send করতে পারছে সেটা, throughput. তাই যত fast তত ভালো, তাই throughput ↑ হওয়া ভালো।

যতটা bit একই sender এর কাছ থেকে receiver কতটা time লাগছে সেটা delay. time যত ↓ হবে, তত ↑ data send হবে। So, delay ↓ হওয়া ভালো।

05-03-24

Analog Transmission → আরেক নাম Broadband Transmission

Demodulator, modulator এর উপর কাজ করে।

↓

এই analog pulse থেকে পরবর্তী digital bit এ convert করে receiver এর কাছে send করে।

Binary bit মানেই digital data.

Digital to analog conversion / modulation.

3 possible approach for the conversion.

ASK & FSK এর combination এ QAM create করা হয়েছে।

এই data আছে তাই equivalent signal তৈরি হয় আগে তারপর send করি। Signal reflects the bit.

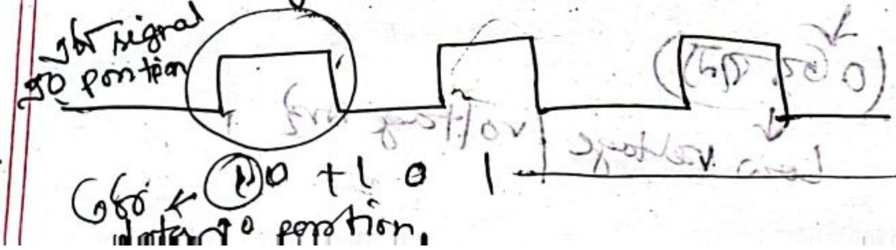
Data rate মানেই bit rate → unit → bps

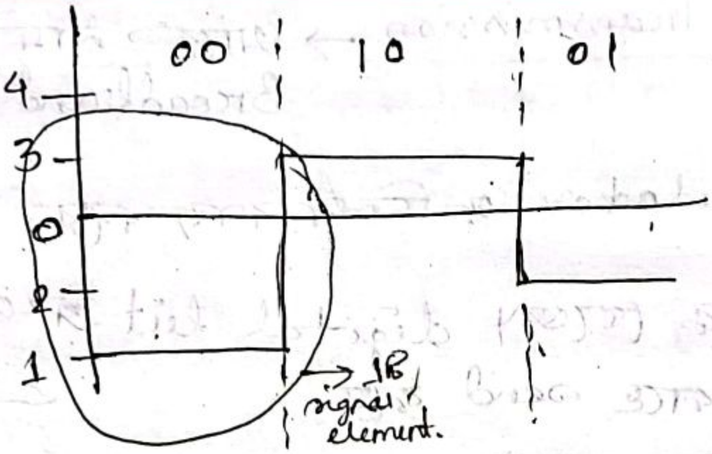
(1sec এ how many bits can be transmitted through the channel)

Signal rate এর unit → baud (signal rate এর আরেক নাম baud rate)

(1sec এ কত সংখ্যক signal পাঠাতে পারি — baud rate)

r = প্রতিটি signal element কত সংখ্যক data carry করে (bit)





1 sec এ 6 টি bit can be transmitted through the channel.

$r = \frac{2}{1}$ → 1টি signal element এর 2টি (00) bit carry করতেছে।

Carrier এর সাথে data signal কে মিলাই দাও যে resulted signal টা পাবে সেটা modulated signal.

Carrier টা high freq. হতে হবে।

ASK | BASK | OOK

binary bits অনুসারে carrier signal এর সাথে মিলে modulation করা হয়। So, ASK is that one type of modulation. (Bit থেকে ASK এর shape কিভাবে আসবে সেটা ৪ নং slide এ দেখব)

- for 1, (এর জন্য) ৩টি full cycle নিবো।
- 0 এর জন্য no signal হবে।

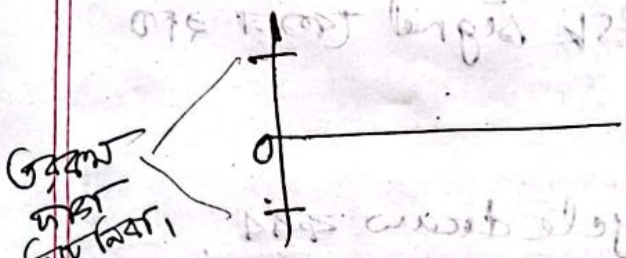
এজন্য একে on-off keying বলা হয়।

on মানে signal আছে। off মানে signal নাই।

(1 এর জন্য) → high voltage

(0 এর জন্য) → Low voltage | voltage নাই।

signal ই origin থেকে start হচ্ছে। চিত্র ঠিক করে আঁকতে হবে।
(6 নং slide)



8 নং slide just দেখাবে।

f_c → carrier freq.

07-03-24

FSK/BFSK

Binary bit থেকে direct FSK signal কেমন হবে সেটা বের করতে পারি।

1 এর জন্য → 4 টি full cycle draw করব,
0 " " → 2 " " " " ,

10 নং, slide এর math দেখব।

oscillator দিয়ে carrier signal generate করা হয়,
↓
sinusoidal wave create করে,

PSK:

~~1টি~~ 1 & 0 এর জন্য 3টি করে full cycle হবে।
just difference টা হলো phase difference.
1 ~~এটি~~ origin এর উপরে থেকে শুরু হবে, ~~and~~ আর,
0 " " নিচে " " " ।
→ (pulse & block diagram)

QPSK: (most ~~soffi~~ sophisticated technique)

Input আসে bit. bitsequence টা 2/1 converter এর মধ্যে দিয়ে যায়,
1টি input ~~নিচ্ছে~~ নেয়, but output 2টা দিচ্ছে।
মানে input এ 1টি line দিচ্ছে ~~আর~~ output থেকে 2টি line generate করছে। → bit sequence → "
→ 2/1 Converter.

এখানে, modulation টি PSK এর হবে।
oscillator as carrier freq generate করে। উপরে carrier freq উল্টো, আরেকটি নিচে দেখিয়ে দিছে।
then carrier signal + bit এর pulse এর modulation হবে, উল্টো & নিচে একটি করে PSK পাব। Then এই PSK দুইটার combination করে QPSK পাব।

00 10 01 11 bit ~~জোড়া~~ sequence টাই 2/1 ও করে নিয়েছি।

bit sequence equal divide করব একটা : 0101 }
আরেকটা হবে : 0011 }

যা; তাতে phase diff অবশ্যই 90° হতে হবে।

Black-red modulation করে blue টাই।

Blue color এর দুইটার phase difference কে রাখতে হবে।
90° p.d

আর Green color টাকে example হিসেবে রাখছি। xm এর উপরেই তো নিচে এই হিসেবেতো না যে উল্টো exact অবস্থানটি হবে।

Constellation Diagream:

pink point গুলো বলে constellation point.

ASK তে যদি 0 → no signal.
1 → signal

তাই 1 কে shift করা হয়েছে এবং 0 কে origin এ রাখা হয়েছে।

4QAM এর 3 ভাবে represent করা যায়।
4QAM, 16QAM → চিত্র আঁকতে দিবে.

14-03-24

physical path থাকলে guided. (Twisted pair cable)
wireless/ unguided. (Antena,

13 নং slide: Baseband vs broadband transmission.

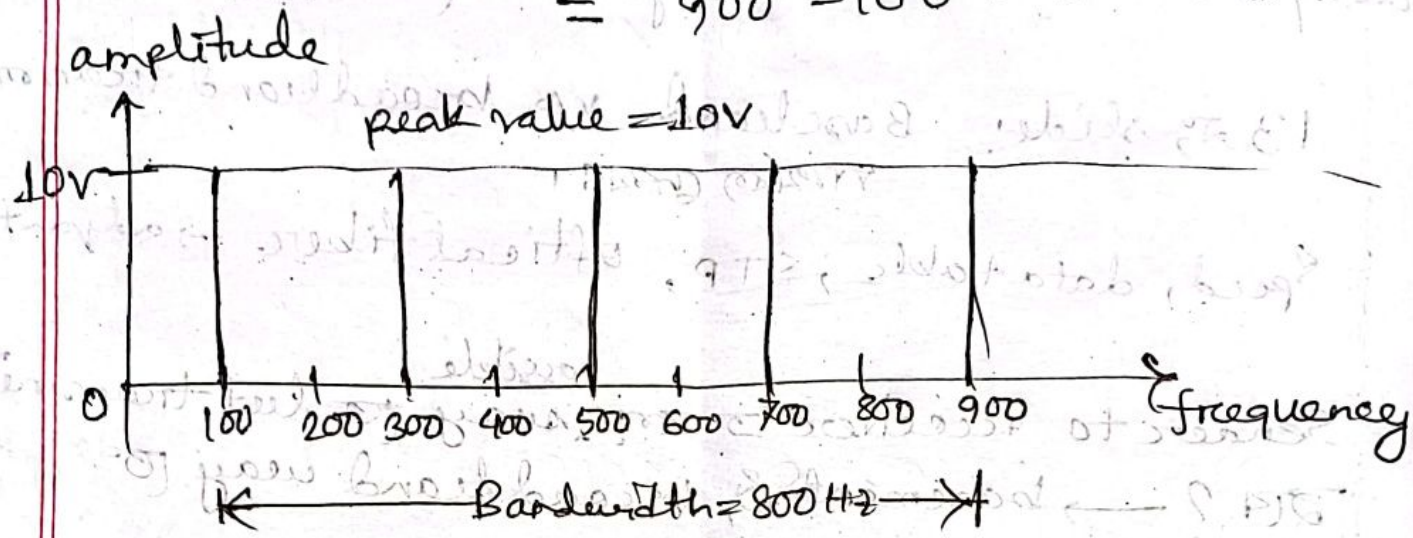
Speed, data table, STP, Optical fiber → advantage

Sender to receiver যে possible way তে bit transmit হবে? → baseband & broadband way তে.

Math:

*(3.10) Bandwidth = highest freq - lowest freq

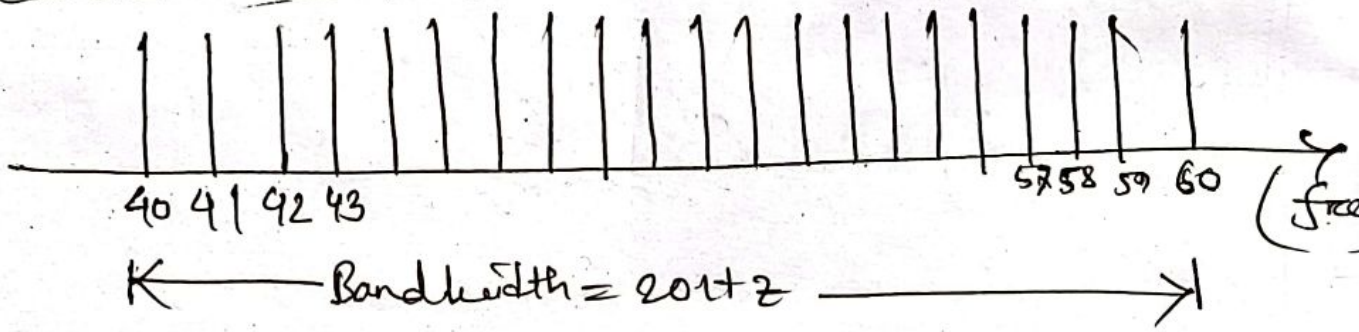
= 900 - 100 = 800 Hz



*(3.11) Bandwidth = 20 Hz ; H = 60 Hz

$\boxed{B = H - L}$ $\Rightarrow 20 = 60 - L$ $\Rightarrow L = 40$ Hz

all are in same amplitude..



*(3.12) Bandwidth = 200 KHz. = H - L

mid frequency = 140 KHz = $\frac{H+L}{2}$

peak amplitude = 20 V

$\frac{1}{2}(H+L) = 140$

$H - L = 200$

$2H = 340$

$H =$

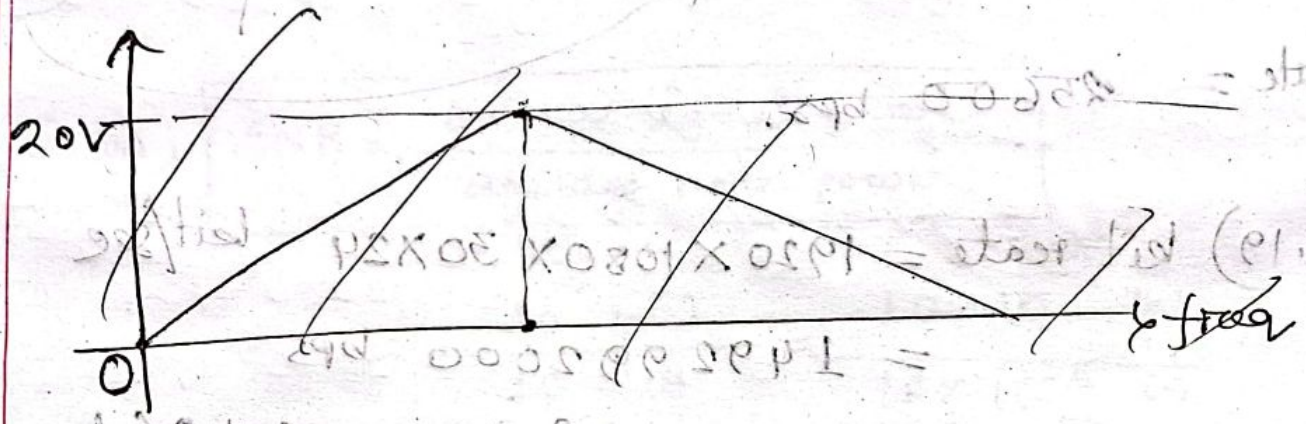
$\frac{1}{2}H + \frac{1}{2}L = 140$

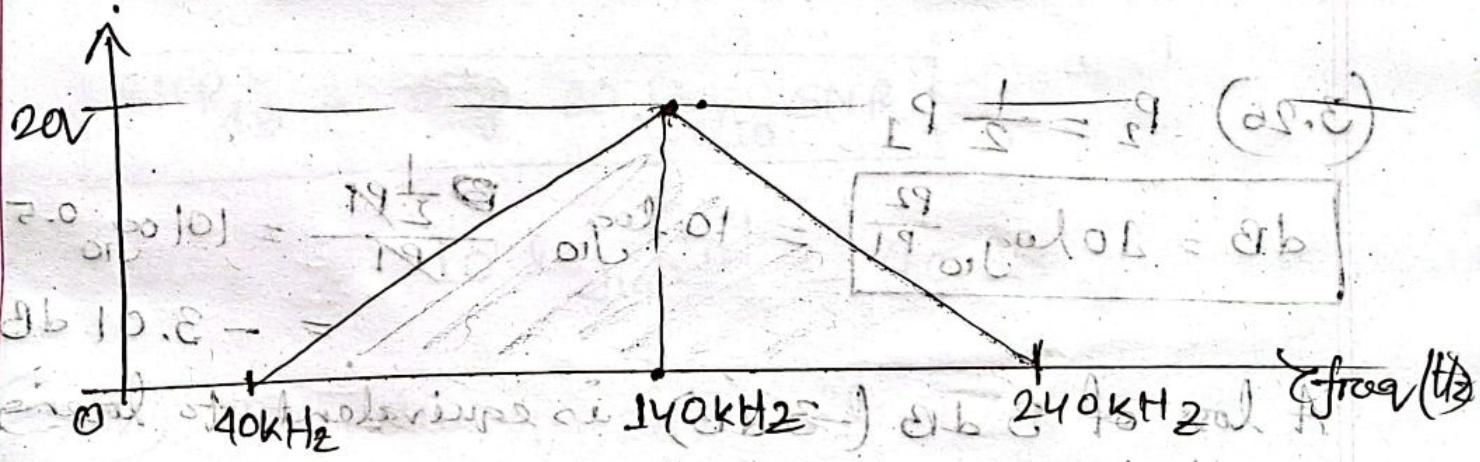
$\frac{1}{2}H - \frac{1}{2}L = 100$

$H = 240$ kHz

$\therefore L = 40kHz$

So, these highest and lowest frequencies are the extreme frequencies at amplitude 0.





(3.16) $\boxed{n = \log_2 L} = \log_2 8 = \log_2 2^3 = 3\log_2 2 = 3$ bit

*(3.18) $24 \times 80 \times 8 \times 100$ bit per min

$= \frac{24 \times 80 \times 8 \times 100}{60}$ bit/sec

1 min = 60 sec → 100 pg
1 → $\frac{100}{60}$

bit rate = 25600 bps.

*(3.19) bit rate = $1920 \times 1080 \times 30 \times 24$ bit/sec

$= 1492992000$ bps

$= 1.49 \times 10^9$ bps $= 1.49$ Gbps

(3.26) $P_2 = \frac{1}{2} P_1$

$\boxed{dB = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}} = 10 \log_{10} \frac{\frac{1}{2} P_1}{P_1} = 10 \log_{10} 0.5$

$= -3.01$ dB.

A loss of 3 dB (−3 dB) is equivalent to losing one-half of the power.

(3.27) $P_2 = 10 P_1$

$dB = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 10 \log_{10} \frac{10 P_1}{P_1} = 10$ dB

↓

power loss / increase

(3.29) $\boxed{dB_m = 10 \log_{10} P_m}$ P_m = Power in milliwatts

$\therefore \quad -30 = 10 \log_{10} P_m$

$\Rightarrow P_m = 10^{-3}$ milliwatts (mW).

(3.31) $\boxed{SNR = \dfrac{\text{average signal power}}{\text{average noise power}}}$

$= \dfrac{10\ mW}{10\ \mu W} = \dfrac{10 \times 10^{-3}\ W}{10 \times 10^{-6}\ W}$

$= 10^4\ W.$

$\boxed{SNR_{dB} = 10 \log_{10} SNR}$

$= 10 \log_{10} 10^4 = 40\ dB$

(3.32) The value of SNR and SNR_{dB} for a noiseless channel are:

$$SNR = \frac{\text{average signal power}}{0} = \infty$$

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} 0 = \infty$$

So, it's not possible to find a noiseless channel in real life. It is an ideal.

(3.34) Bandwidth = 13000 Hz

number of signal levels, L = 2

Bit rate = 2 * Bandwidth * $\log_2 L$

= 2 * 3000 * $\log_2 2$ = 6000 bps

(3.35) L = 4

Bit rate = 2 * 3000 * $\log_2 4$ = 6000 * $2\log_2 2$

= 12000 bps,

$= 12 \times 10^3$ bps = 12 kbps

* (3.36) Bit rate = 265 kbps = 265×10^3 bps

Bandwidth = 20 kHz = 20×10^3 Hz

L = 2

Bit rate = 2 * Bandwidth * $\log_2 L$ → Nyquist (noiseless)

$\Rightarrow 265 \times 10^3 = 2 * 20 \times 10^3 \times \log_2 L$

$\Rightarrow 6.625 = \log_2 L \quad \therefore L = 2^{6.625} = 98.70$

$2^d > 98.7$

$\Rightarrow 2^d > 2^7$

$\therefore d = 7$

final signal level = 128

noisy channel of capacity 0 data send/receive

(3.37) SNR = 0 → noisy channel.

Capacity = Bandwidth * $\log_2(1+SNR)$

$= B * \underbrace{\log_2(1+0)}_{0} = 0$

That means,
the capacity of this channel is 0 regardless of the bandwidth. So, we can't receive any data through this channel.

(3.38) Bandwidth = 3000 Hz

SNR = 3162

Capacity = Bandwidth * $\log_2(1+SNR)$

$= 3000 * \log_2(1+3162)$

$= 34881.23$ bps.

(3.39) $SNR_{dB} = 36$ dB | $SNR_{dB} = 10 \log_{10} SNR$ ∴ $SNR = 10^{3.6}$

bandwidth = 2 MHz = 2×10^6 Hz

Capacity = Bandwidth * $\log_2(1+SNR)$

$= 2 \times 10^6 * \log_2 (1+10^{3.6})$

$= 23.9 \times 10^6 \approx 24 \times 10^6$ bps

$= 24$ Mbps. [$10^9 = 1$ Gbps]

(3.42) Bandwidth = 4 kHz = 4×10^3 Hz

$L = 2$

bit rate = ~~Ban~~ $2 * \text{bandwidth} * \log_2 L$

$= 2 * 4 \times 10^3 \times \log_2 2 = 8 \times 10^3 = 8$ kbps

* (3.44) Bandwidth = 10 Mbps = 10×10^6 bps

Throughput = $\frac{12000}{60}$ bps * 10,000 bits

$= 2 \times 10^6$ bps = 2 Mbps

The throughput is almost 1/5 of the bandwidth in this case.

* (3.47) Message size = 5 Mbyte $(= 5 \times 8 \times 10^6$ bit)

bandwidth = 1 Mbps = 10^6 bps

Distance = 12000 km = 12000×10^3 m

propagation speed = 2.4×10^8 m/s

$\therefore$ propagation time = $\frac{\text{Distance}}{\text{Propagation speed}}$

$= \frac{12000 \times 10^3}{2.4 \times 10^8} = 0.05$ sec

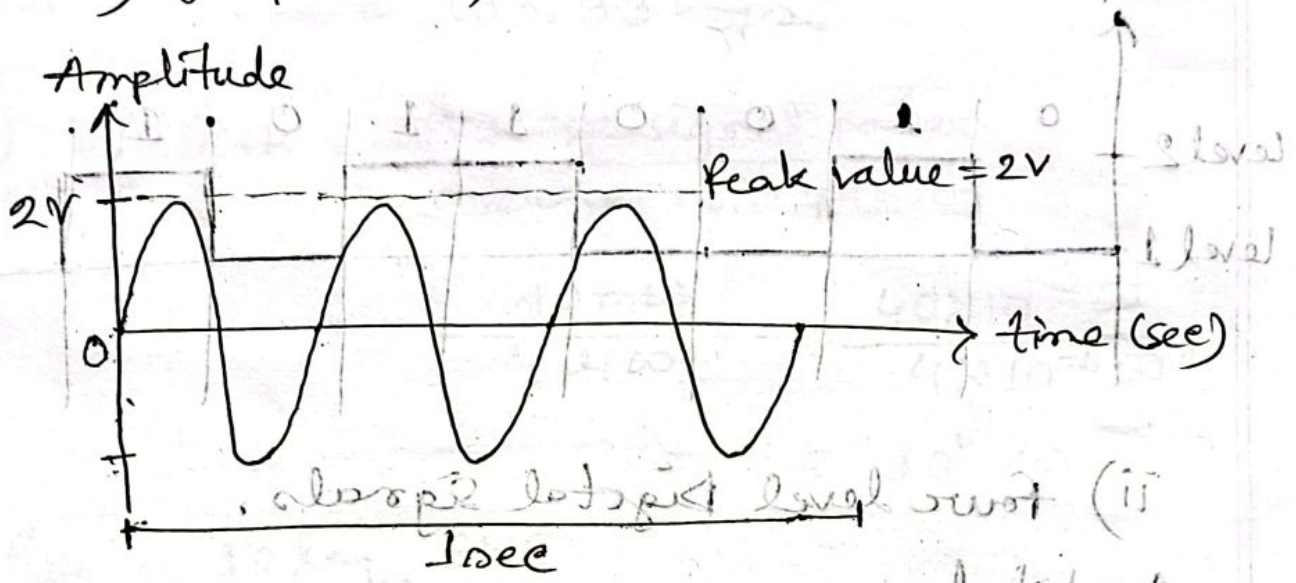
Transmission time = $\frac{\text{message size}}{\text{Bandwidth}} = \frac{5 \times 10^6 \times 8}{10^6}$

$= 40$ sec.

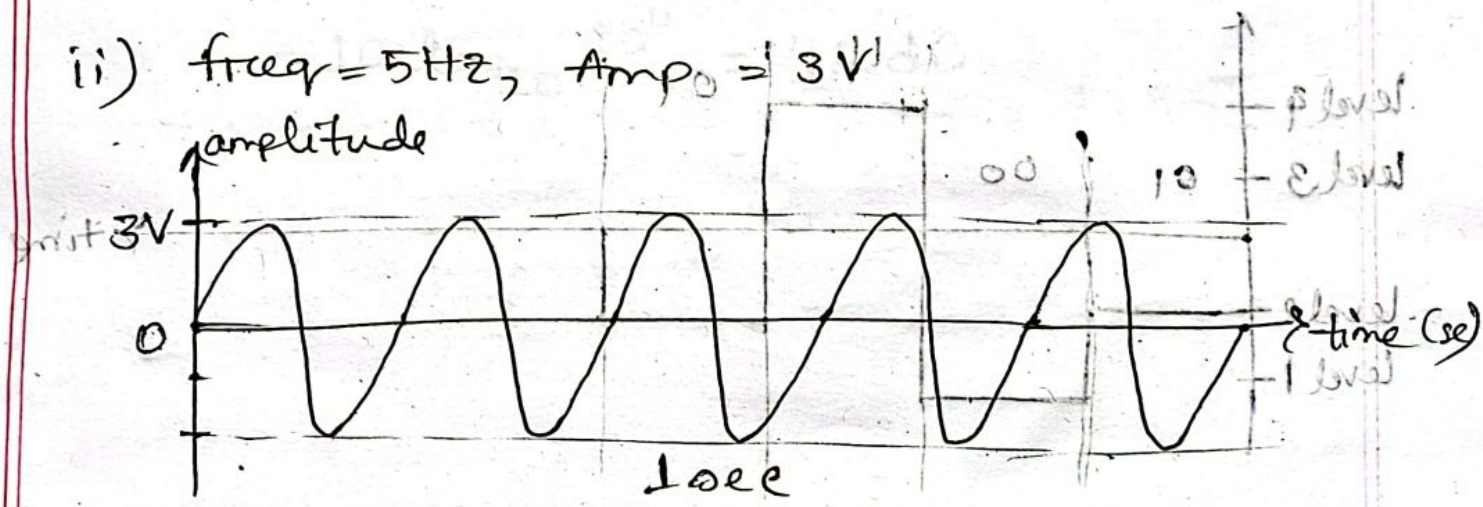
Mid-II

1) a) Time domain plot

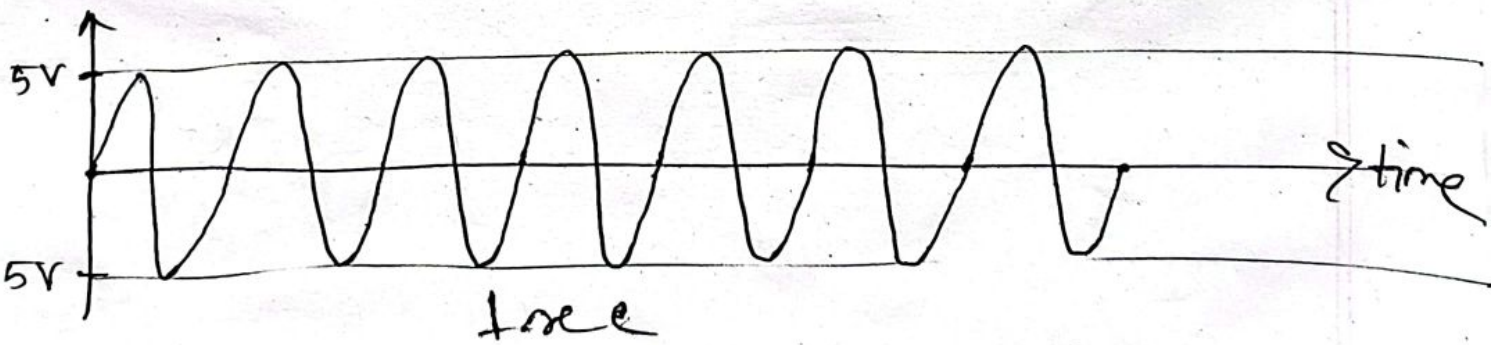
i) freq = 3Hz, Amplitude = 2V



ii) freq = 5Hz, Amp = 3V

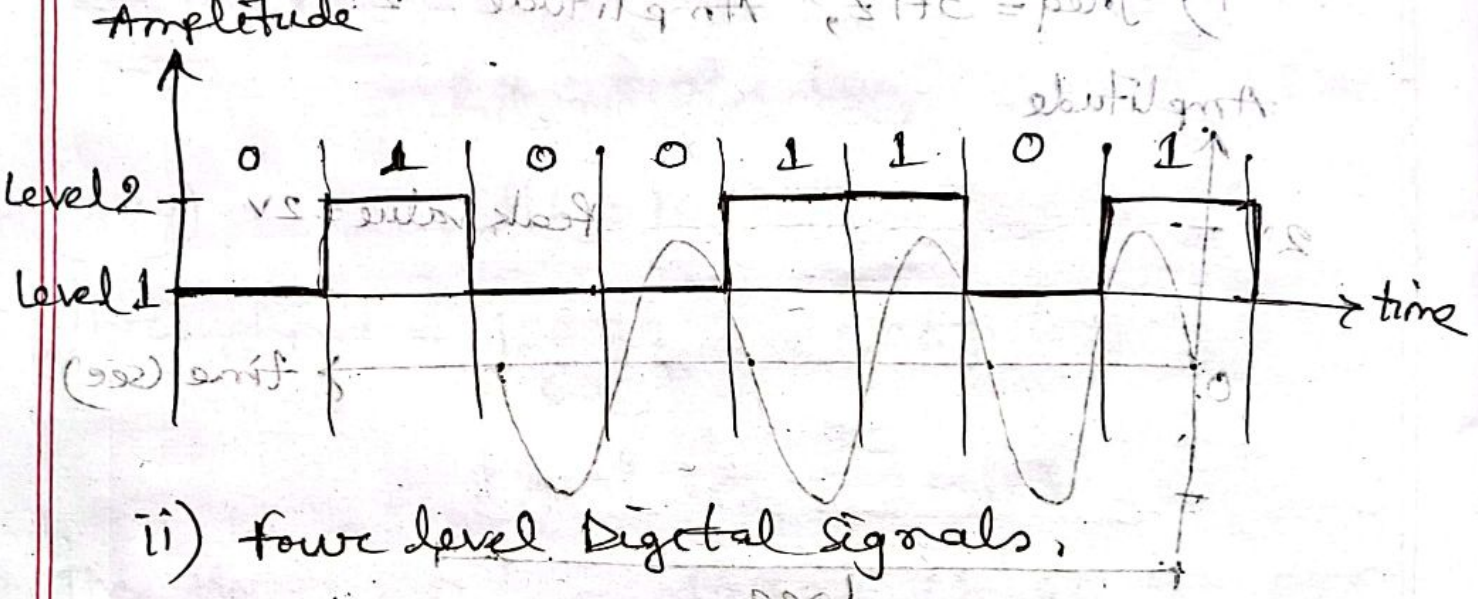


iii) freq = 7Hz, Amp = 5V

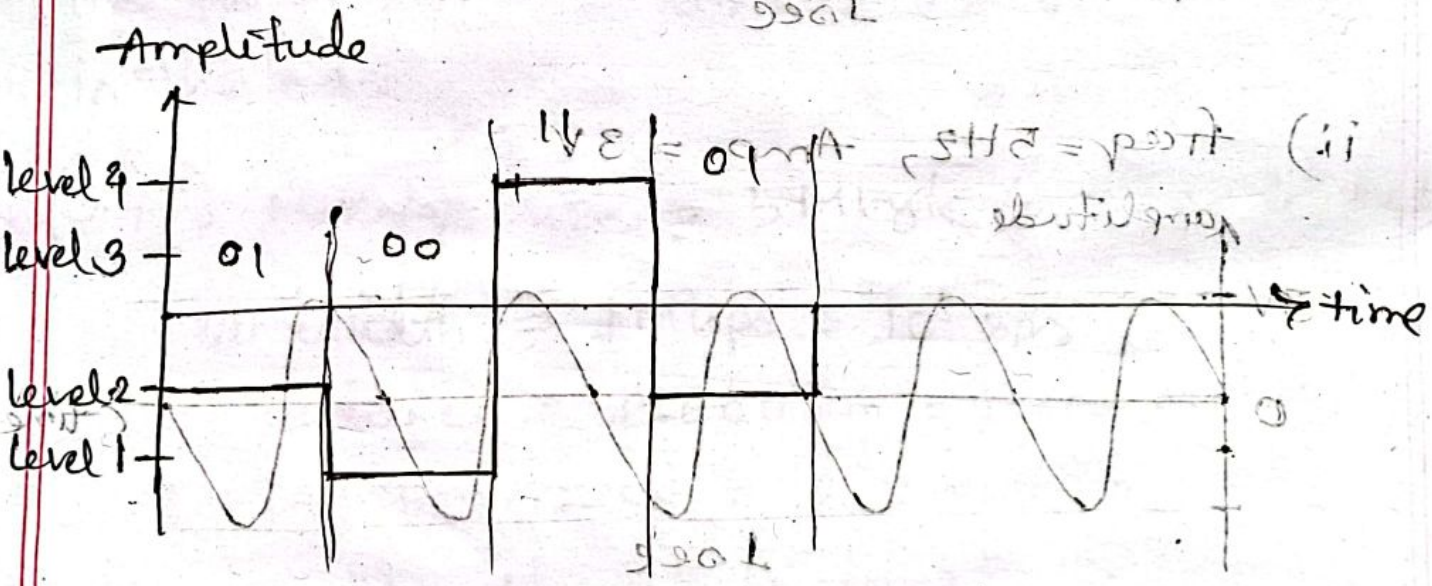


(2) 0 1 0 0 1 1 . 0 1

i) Two level digital signals:



ii) four level Digital signals.



(3) Bit rate = $50 * 100 * 8 * 200$ per min

$= 50 * 100 * 8 * \frac{200}{60}$ per sec

$= 133.33$ kbps.

(4) b) $SNR = \frac{\text{average signal power}}{\text{average noise power}}$

$= \frac{40 \text{ mW}}{4 \mu W} = \frac{40 \times 10^{-3} W}{4 \times 10^{-6} W}$

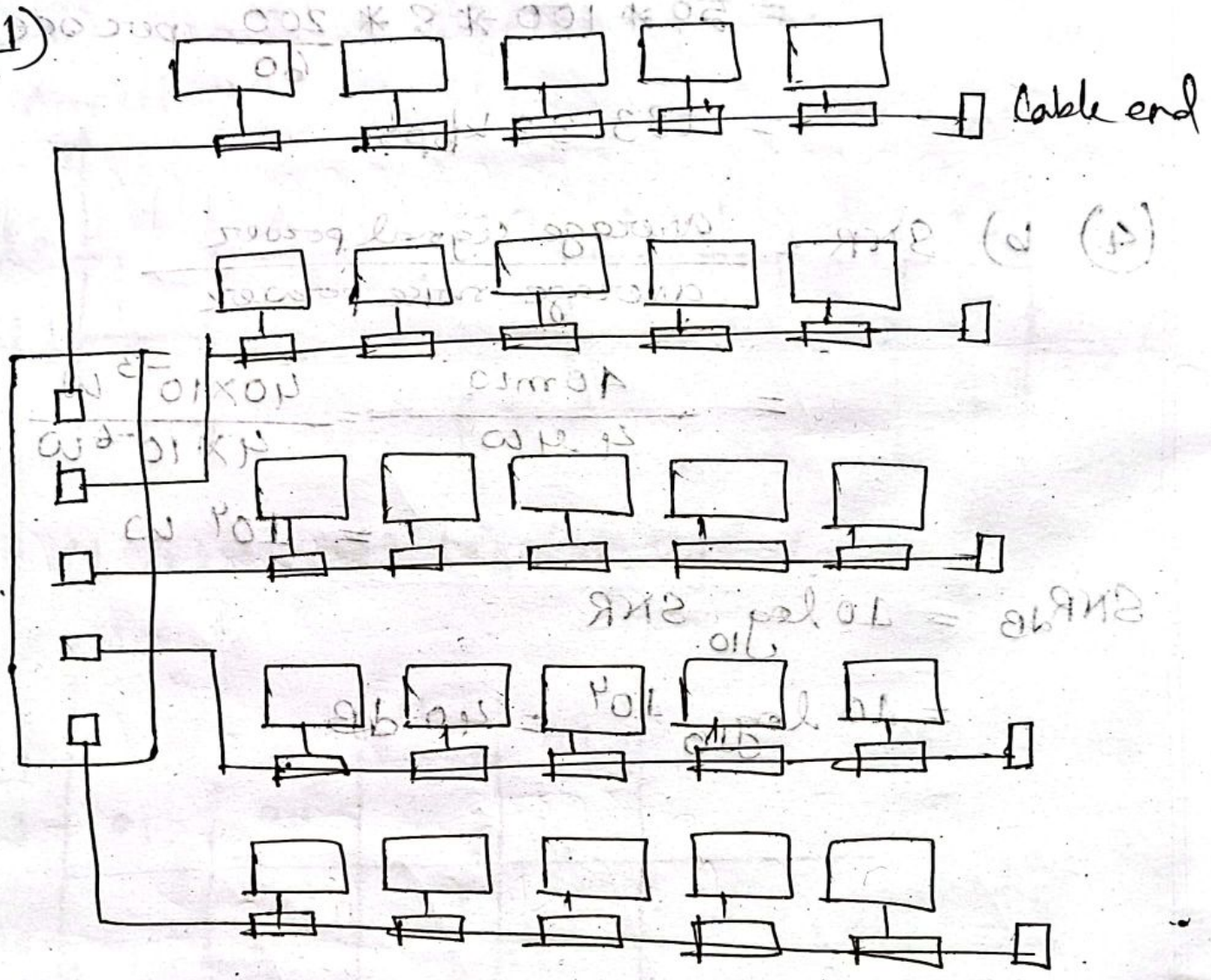
$= 10^4 W$

$SNR_{dB} = 10 \log_{10} SNR$

$= 10 \log_{10} 10^4 = 40$ dB

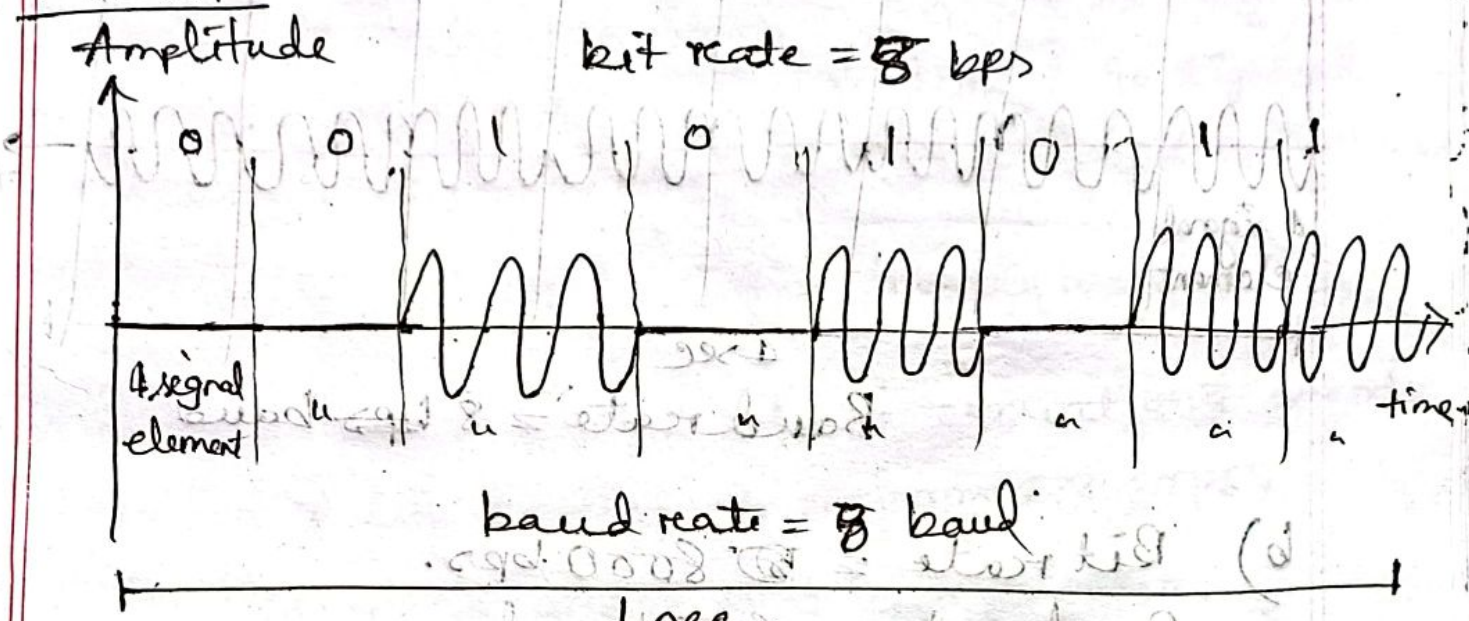
Mid-101

(1)

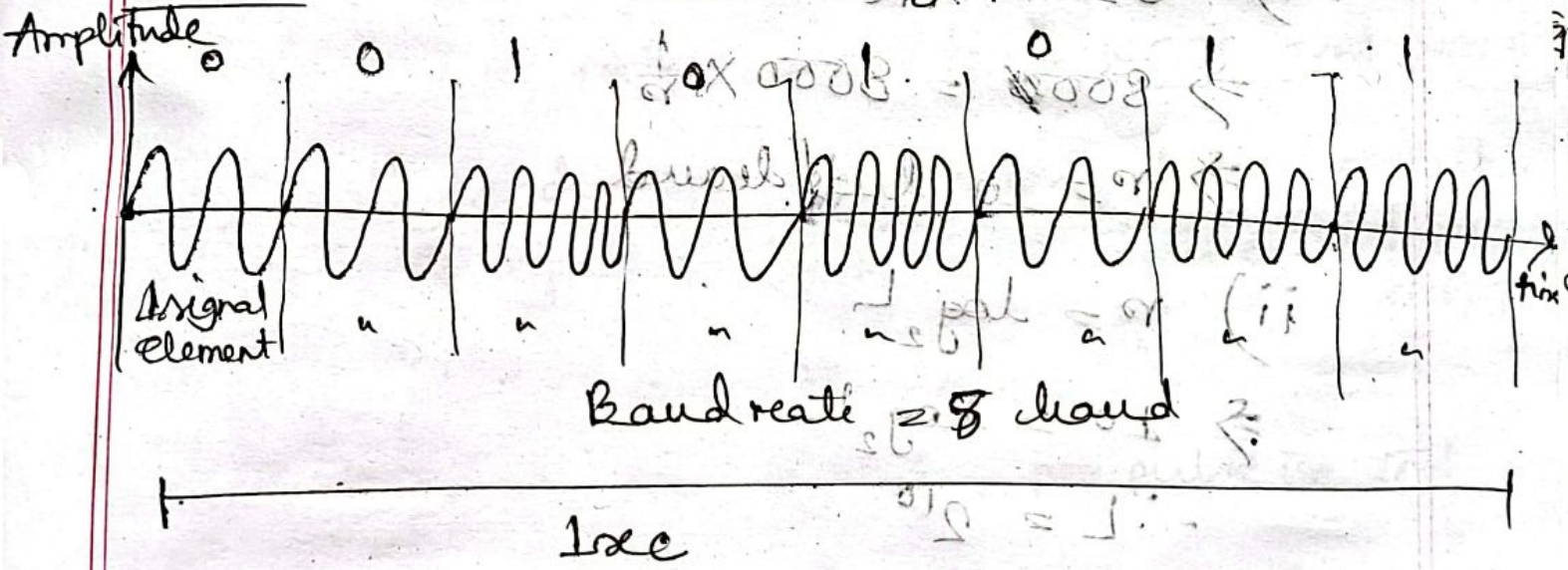


~~(4)~~ (5) a) 0 0 1 0 1 0 1 1

ASK:

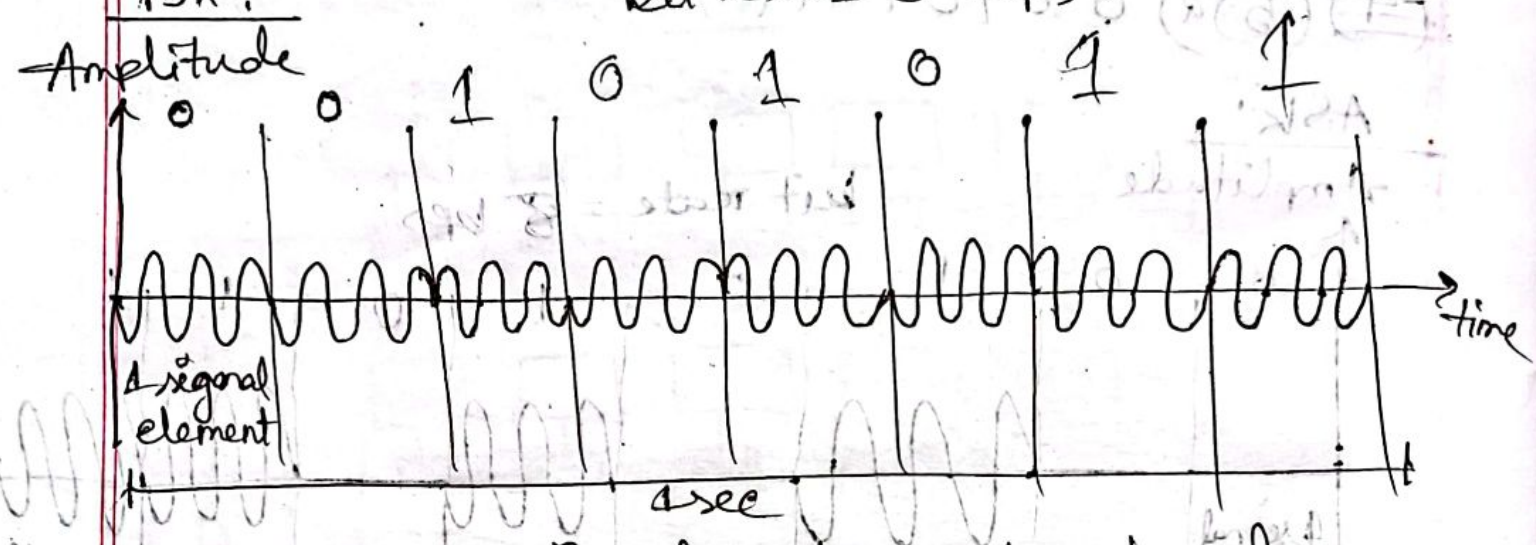


FSK:



PSK:

bit rate = 8 bps



Baud rate = 8 ~~bps~~ baud

b) Bit rate = ~~8~~ 8000 bps.

Baud rate = 800 baud.

i) $S = N \times \frac{1}{r}$

$\Rightarrow 8000 = 8000 \times \frac{1}{r}$

$\Rightarrow r = 10$ bit/baud

ii) $r = \log_2 L$

$\Rightarrow 10 = \log_2 L$

$\therefore L = 2^{10}$

FINAL

02-04-24

Baseband/Digital Transmission

Binary bit মানে → digital data → একে যখন digital puls এ convert করব তখন সেটা digital to digital conversion. this process is known as line coding technique.

line coding → most essential / mostly used.

Digital data কে digital pulse এ convert করে encoder. Encoder ই line coding টা perform করে থাকে।

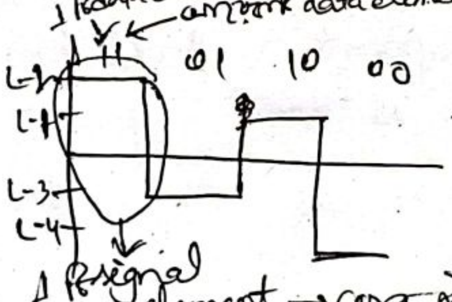
আর vice versa কাজটা করে থাকে decoder.

Channel / Link এর মধ্যে data কি যাবে. digital pulse যাবে।
(সেটা আমরা পাঠাতে পারি)

(যেটা আমরা পাঠাতে চাই) bits(data) না, rather signal(pulse) আমরা send করতে পারি।

50 টা bit send করব। that means, data = 50 bit.
" " 50 signal " " " " pulse send করতে পারব।
→ per bit কে বলে data element.

Total pulse কে বলে signal. per pulse কে বলে signal element.



$r = \frac{\text{num. of data element}}{\text{num of signal element}}$

↓ how many data element is carried by each signal element.

1 টা signal element → carry করে 1টা signal element 2টা data element carry করে।

How many bits can be transmitted through the channel per sec → bps / (bit rate) / (data rate)

Signal rate ≡ baud rate.

C = scalar factor যার দ্বারা load balancing করি,
↓
means constant.

Lack of Sync. হলে sender যা send করবে, receiver তাকেই receive করবে।

16-04-24

Baseband transmission ও line coding using করা হয়,

converts the binary bits into digital pulse and send it through the channel.

Signal element, data element কে carry করে।

Unipolar: (Two level হবে হলো unipolar)

NRZ: 1 থেকে যে bit interval এর মধ্যে ফিরে pulse 0 তে return করবে নাই, তাই তার none return to zero.

একটির জন্য pulse পাবে, আরেকটির জন্য পাবে না।

polar scheme সব থেকে বেশি use হয়।

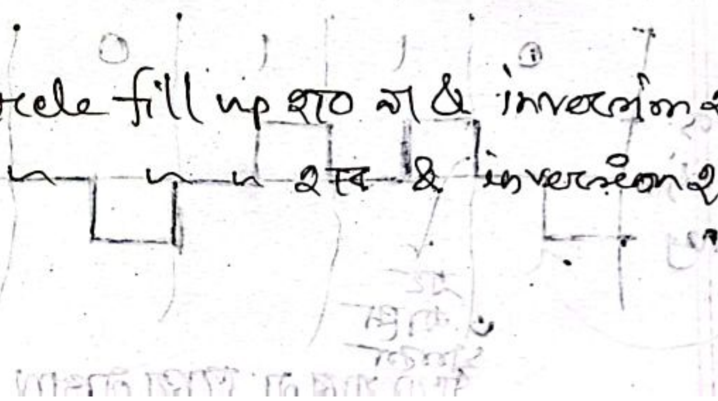
Polar NRZ-L:

0 এর জন্য উপরে র দিকে pulse করছে। } → তুমি vice versa ও করতে পারো।
1 " " নিচের " " "

আর pulse টা (+) & (-)ve দিকে বরাবর হবে না not the origin বরাবর।

NRZ-I:

Next bit 0 হলে circle fill up হবে না & inversion হবে না,
" " 1 " " " " হবে & inversion হবে।



inversion মানে- উপরে থাকলে নিচে যাবে আর নিচে থাকলে উপরে যাবে।

Border line এ চলে আসলে circle করবো। then next bit এর উপর depend করে circle fillup হবে or হবে না, & inversion হবে কী হবে না।

Bipolar Scheme:

AMI: 1 এর জন্য pulse হবে, 0 এর জন্য pulse হবে না।

AMI তে 1 একাধিকবার থাকলে 2nd 1 টা উপরে যাবে নাকি নিচের দিকে যাবে পূর্বের (আগের 1st) 1 এর উপর depend করবে। 1st 1 (+)ve এ থাকলে 2nd টা (−)ve দিকে যাবে। 1st " (−)ve " " 2nd " (+)ve " "

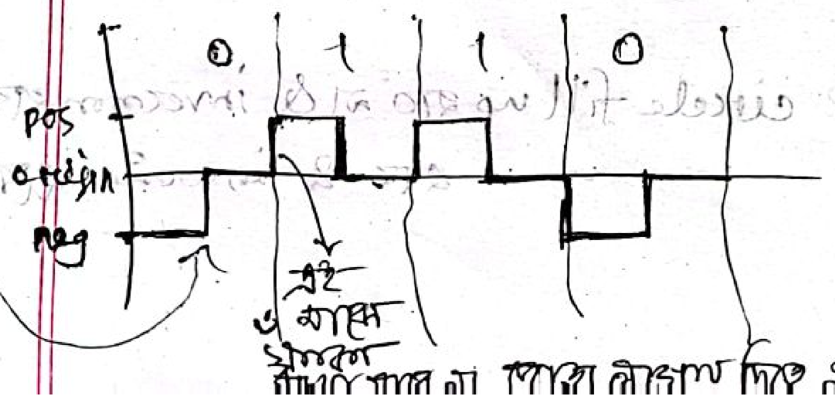
Pseudo

AMI তে যা pseudo তে তার উল্টা।
0 এর জন্য pulse হবে, 1 এর জন্য pulse হবে না and 2nd 0 টা (+)ve / (−)ve এ যাবে সেটা depend করবে (আগের 1st) 0 এর উপর। 1st 0 (+)ve এ থাকলে 2nd 0 (−)ve এ যাবে।
1st " (−) " " " " (+) " " "

bit interval এর মাঝে 0 তে return করবে।

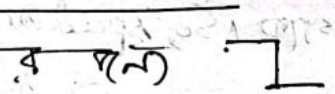
RZ: 0 → (−) ___ (0) , 1 → (+) ___ (0) origin

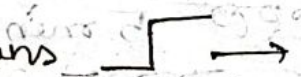
0 এর জন্য pulse shape হবে neg. to origin.
1 " " " " " positive to origin.



Biphase:

Manchester:

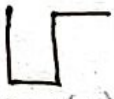
0 এর ক্ষেত্রে  (ঋ) → 0 → (+) ⊓ (−)

1 এর ক্ষেত্রে ঊর্ধ্বে ঋ means  → 1 → 

Differential manchester: (NRZ-I এর মতো কোনো but উল্টাবে)

next bit 1 হলে no inversion, circle এ blank থাকবে।

bit 0 এ inversion, circle এ fill up হবে।

1 এবং 0 এর ক্ষেত্রে: 

নকশা আঁকতে হবে।

18-04-24

Parallel transmission:

একটি time এ অনেকগুলো bit send করা যায় through per channel.
per bit এর জন্য per channel লাগবে। So, speed অনেক হয়।
8টি bit, 1টি bit send করতে 5 min লাগলে, বাকি ৭টি bit send করতেও same time লাগবে অর্থাৎ 5 min.

Disadvantage: per bit এর জন্য per channel লাগবে আর কারণে channel এর পরিমাণ অনেক ↑ হয়ে যাবে, so cost ↑ হবে, তাই Parallel short distance এর জন্য প্রযোজ্য।
bit অনেক, path অনেক, কারণে short distance এর জন্য parallel use করা হয়।

Serial transmission: (one by one)

একটি channel 1টি, 1টি করে bit send হয়।
1টি bit যেতে 5 min time লাগলে
8 " " " 5×8 = 40 min " "
So, এতে speed কম but cost অনেক saving হয়, cost-effective. time consuming অনেক.
Sender serial এ bit send করার জন্য parallel/serial converter লাগবে। আর receiver serial এ bit receive করার জন্য serial/parallel converter.

Asynchronous:

frame → collection of bits → frame আলাদা bitসমূহ
But কোনটির আগে, কোনটি পরে সেটা বুঝানোর জন্য
stop and start bit use করা হয়। and gap use করা হয়
যাতে ১টি frame পাঠানোর কিছু sec পরে আরেকটি frame
পাঠানো হয়। So, synchronized way তে যাবে।
Good for low-speed communication
fast এ আগের frame এর সময় আরেকটি
চলে আসে। collapse হতে পারে। collision হতে পারে।

Synchronous:

Gap, start, stop bit কিছুই নাই।

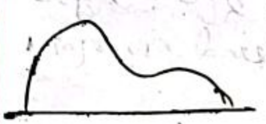
Isochronous:

frame এর মধ্যে কোনো delay রাখা যাবে না। delay থাকলে audio, video এর মধ্যে sound আগে, পরে video আসবে।

Thursday → Quiz (20 mark): Fill in the blanks, True/false, উদাহরণ দিতে, MCQ, pulse draw করা বলতে পারে।

FDM Process

modulator এর মাধ্যমে আসে high freq. carrier signal.



+ carrier f_1 এর মধ্যে modulation করবে modulator. → Then একটি freq. create করবে, এভাবে 3টি freq. create হলে ⊕ হলে final FDM তৈরি হবে।

FDM Demultiplexing → FDM এর উল্টা।

এক্ষেত্রে demodulator use করা হয়।

main signal থেকে 3টি freq. modulated signal কে আলাদা করতে filter ব্যবহার করবে।

Example-2

একাধিক নেটওয়ার্ক channel কে ~~একত্রে~~ (multiplexed) করার time এ there is a high probability যে they will overlap with each other, data collapse করবে। So, overlaping যাতে না হয় সেজন্য guard band. মানে দুইটার একটি freq. পরিমাণ ফাঁকা রাখা হবে, Here is 10 kHz is the guard band. channel seperate রাখতে কিছু bandwidth লেগে যাবে, channel গুলো লোড হওয়ার band. হলো 500kHz. but " ফাঁকা রেখে ~~~~ " " 540KHz.

Ex-03

$250 + 250 + 250 + 250 = 1 \text{ MHz}$. → ঠিক যেভাবে হবে ↑ হবে এর guard band থাকবে।

WDM: Example: চিত্র দ্বারা

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ → output এ একই channel এর মাধ্যমে একত্রিত হয়ে pass করে, Then একসাথে ($\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$)

Demux এর input line হিসেবে কাজ করে and output line $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$

how to add more port → switch off → then port add → then switch on.

PC0 → sender হলে তার command promt এ যাব then
PC>ping receiver PC (PC1) এর ip address দিব।
→ PC> ping 192.168.30.11

আবার, PC1 → sender হলে তার command promt এ যাব
then PC> ping receiver PC (PC0) এর ip address দিব.
যেমন PC>ping 192.168.10.11

left side এর router নিচের দুই & উপরের
দুইটা network এর সাথে connected. That's why
left side এর router এর network দুটি অর্থাৎ
ip ও দুটি. 192.168.10.0 & 192.168.20.0।

right side এর router নিচের দুই & উপরের
দুইটা network এর সাথে connected. That's why
r.s এর router এর network দুটি ও এর ip ও দুটি.
192.168.20.0 & 192.168.30.0.

Then PC0 & PC1 এই দুই PC এর IP address দিব
PC0 → ip add 192.168.10.11
PC1 → ip add 192.168.30.11

09-05-24

TDM

We will multiplex the time slot.

Each pc may have different time slot. We will multiplex the diff time slot into one line.

TDM is a digital multiplexing techniques.

A time slot is divided into three equivalent time slot. A_1, A_2, A_3.

A_1 → 1st time slot, A_2 → 2nd time slot, A_3 → 3rd time slot.

1st time slot of A, B, C (A_1)(B_1)(C_1) will be together. Same for 2nd and 3rd time slot. 2nd time slot of A (A_2), B(B_2), C(C_2) একসাথে TDM করবে।

multiple time slot is known as frame.

C_1	B_1	A_1

frame 1

Interleaving: (এ TDM কিভাবে perform করতেছে)

TDM এর application হলো Interleaving. A কে 3 ভাগে divide করব। A_1, A_2, A_3 ।

B কেও 3 ভাগ → B_1, B_2, B_3. C কেও 3 ভাগ → C_1, C_2, C_3.

 → Then এদের মাধ্যমে multiplexing করা হয়। এই multiple line কে 1টাতে convert করা। Then → এই - কাজ টা করব।

TDM example: 02: (xm এ আসবে না।)

প্রতিটি block 100 byte/s করে, So, প্রতিটি Block 800 bit করে।

Empty Slot:

যে-কোনো channel এ access নিবে, সে আগে channel এ access নিলো সবার উপস্থিতে access পেলো ফাঁকা স্লট থাকবে। যেগুলোর TDM এ time slot এ divide করা থাকে।

একটি particular time slot এ pc এর কাছে data নেই — on pc data send করতে চাচ্ছে না। তাহলে সেই slot টি empty slot. এটাই TDM এর একটি drawback.

TDM
- synchronous TDM (Eg: Interleaving)
- Asynchronous (Eg: Empty slot)

Statistical TDM ← empty slot গুলোকে অন্য time slot এ replace করে, efficiency improve করে।

FDM, WDM এ TDM → এর মধ্যে পার্থক্য.

কী কাজ করে।

Chap-10

Error Detection & Correction

Error ~~Detection~~:

I have ~~some~~ huge bits to send to the receiver but during the transmission some bits will be altered that mean 0 can be replaced with 1 or vice versa. So, this alternation is known as Errors. Huge data হলে দিয়ে থাকে, 5% or 10% errors হয়ে থাকে।

1 bit এ error হয়ে থাকলে → single bit error
(more than one) multiple bit এ হলে → multiple bit "
একসাথে অনেক / huge bit এ " → burst " "
Two error bit is a multiple bit error.

Error detection:

data bit এর সাথে extra redundant bit add করে। Receiver bit গুলো anylyses করে decide করে যে bits receive করবে নাকি করবে না।
Sender এ থাকবে sender bit generator
receiver এ থাকবে receiver

NRC: ৪টা parity bit type:

~~1st that~~ Even parity মানে extra parity bit add করে number of 1 কে even করতে হবে। আর odd parity মানে extra parity bit add করে no. of 1 কে odd করতে হবে।

	Even	Odd
1011	1	0

Even parity use করলে 1টি extra redundant bit add করব, তখন bits হবে: (1)1011(1) → এটা receiver receive করবে।

1111 → এ Even parity use করলে no. of 1 already even. তাই extra bit হিসেবে 0 use করব। 11110 → receiver এর কাছে যাবে, (extra bit আমাকে add করতেই হবে)

→ যদি odd parity use করলে no. of 1 already even. একে odd করতে হবে।

তাই 11111 → receiver এর কাছে যাবে।

parity bit can only detect single bit error. multiple bit হলে detect করতে পারবে না।

যদি even parity generator হয় তখন receiver check করবে যে sending data তে no. of 1 even কিনা, যদি even হয় তাহলে accept করবে otherwise reject. odd parity generator এ same just no. of 1 odd কিনা এটা check করবে।

3টি switch, 3টি router, 6টি pc দিয়ে config।
topology test, land network, Router config protocol

PC এর ip 3 ঘরের টা same থাকবে, eg: 192.168.1.2, 192.168.1.3 (default gateway হ switch এর সাথে router, router এর সাথে router)

14-05-24

VRC:

PC to pc msg পাঠানোর জন্য → rip, eigrp, ospf
router to pc তে msg এর জন্য router এর CLI এ code লিখতে হবে।

frame আকারে bit যাবে। প্রতিটি frame এর মধ্যে 1টি করে parity bit add করতে হবে। multiple bit error হলে parity bit receive করবে না।

pc to pc msg পাঠাতে হলে router এর CLI তে rip, eigrp, ospf এর code লিখতে হবে। আর router to pc তে msg পাঠাতে হলে router এর CLI এ just normal code লিখতে হবে।

LRC:

MSB ← LSB

section ← S-1 — 1 0 1 0 1 1 0 1
S-2 — 0 1 0 1 0 1 0 1
S-3 — 0 0 0 1 0 1 1 0
1 1 1 0 1 1 1 0 → even parity is used.

column wise parity bit বসাবে।

sending data

S-1	S-2	S-3	
10101101	01010101	00010110	11101110
data bits.			Redundant bits / LRC bit.

receiver যখন receive করবে তখন LRC bit wise check করে দেখবে যে 1 1 0 কে even parity করতে LRC তে 0 বসানো হয়েছে কিনা। এভাবে বাকি সবগুলো check করব যদি সব parity bit ঠিক থাকে তাহলে সেই data bits গুলো receive করবে receiver. নাহলে receive করবে না।

দুটি value same → output 0 } X-OR
" " diff → " 1 }

---

divisible → ভাজ্য
divisor → ~~advisor~~ ভাজক।

CRC:

Data bits: 1 1 1 1 0 1 ← divisible

Ques এ bit and divisor বলে দেয়া থাকবে।
কোনটি data bits সেটি divisible.

Divisor: 1101
→ always divisor থেকে 1 bit কম হবে।

CRC bit কত? (GATE CRC algorithm)

CRC bit:

divisible এর 4 bit পর্যন্ত and divisor and divisible এর 1st bit একসাথে মিলাতে হবে যদি same হয় তাহলে বসাব 1101 আর diff হলে বসাবে না so 0*1101 হবে।

প্রথম 4 bit so divisible এর 4 bit

→ divisor যে bit হবে তার থেকে 1 কম অর্থাৎ n-1 bit সংখ্যক 0 databit এর সাথে add করতে হবে।

divisor n+1 bit এর হলে CRC bit হবে n+1-1 = n bit. and যদি divisor এর n সংখ্যক 0 add করতে হবে data bit এর সাথে।

```
             101111
1101 ) 111101000
       1101
       ------
        0100      ← প্রথম bit 0 তাই left most 0 বাদ দিয়ে দিব।
        0000
        ------
         1001     ← "
         1101
         ------
         01000    ← "
           1101
         ------
           1010   ← "
           1101
           ------
            1110  ← "
            1101
            ------
             011  ← "
```

(011) → Remainder যেটি হবে সেটিই CRC bit

এখন 0 0 0 0 আসলে শুধু বাদ দিয়ে CRC bit হবে 000।

111101 011

Data bit — CRC bit

এটা Send bit, receiver এটা receive করবে (Data bit + CRC bit)

From Receiver view: (এখানে extra কোনো bit add করার দরকার নাই। কারণ data bit এর সাথে extra CRC bit হয়ে যাবে।

```
            101111
      ______________
1101 | 111101011
       1101
       ----
        0100
        0000
        ----
         1001
         1101
         ----
          1000
          1101
          ----
           1011
           1101
           ----
            1101
            1101
            ----
            0000
```

remainder যদি 0 আসে তবে বুঝবো যে data ঠিক আছে and data will be accepted because it's correct। আর যদি remainder এ 1টি 1 চলে আসে তবে reject করে দেবো। data bits এ error আছে।

division is same for both sender and receiver.

Division polynomial আকারে দেয়া থাকতে পারে।

eg:

$x^5 + x^3 + x + 1$ → highest যে value টা সবচেয়ে series টা সেই পর্যন্ত চিনব → then তারের সাথে মিলাই দেখব। যদি থাকে 1 দিব।

⇒ $x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$

1 0 1 0 1 1

↓ এটাই divisor.

21-05-24

Check Sum

নির্দিষ্ট সংখ্যক (n bits) bits নিয়ে section create করা হয়। 50000 bit & প্রতি sec এ 10টি bit হলে 5000টি section create হবে। sec এর bit সব হবে, sum ও তত bit হবে। sec বের করার পর sum করাবো, sum কে complement করে যে bit আসবে সেটাই checksum bit. এটাই redundant bit. এটা দেখেই receiver বুঝবে যে data এর মধ্যে কোনো error আছে কিনা। receiver এর কাছে checksum bit and sending bit যাবে। the সেই check sum bit ও sending bit যোগ করে sum বের করবে।

sum এর bits এ যদি সব 1 আসে তাহলে receiver bits accept করবে, that mean any data is correct। otherwise যদি 0 আসে তাহলে reject করবে।

Carry	1	1	1	1	1	0	0
S-1	0	0	0	1	0	1	0
S-2	1	1	1	0	1	0	1
S-3	1	0	1	1	0	0	0
S-4	1	0	0	0	1	1	0
Sum.	(10) 0	0	1	1	1	0	1

total bit = 28 (4×7)

1 + 1 = 10, 10 + 1 = 11, 11 + 1 = 100

carry bit sum এর সাথে যোগ: (+) sum + 1 0

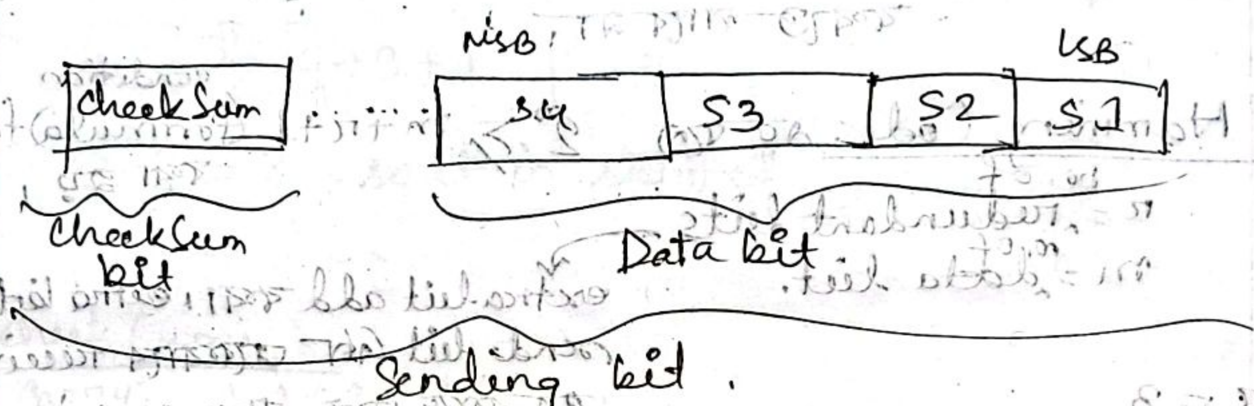
= 0 0 1 1 1 1 1

1's complement : 1 1 0 0 0 0 0 → এটাই checksum bit.

১ম bit LSB to MSB লিখব
বা " MSB to LSB " .

section যত কমানো যায় ও bit যত বাড়ানো যায় তত ভালো। min 3 section. 30 bits দিলে 3×10, 5×6 or 6×5

Sending bit হল: S-1, S2, S3, S-4 & check sum bit.



Carry:	1	1	1	1	1	0	0
S-1:	0	0	0	1	0	1	0
S-2:	1	1	1	0	1	0	1
S-3:	1	0	1	1	0	0	0
S-4:	1	0	0	0	1	1	0
Checksum:	1	1	0	0	0	0	0

10 1 1 1 1 1 0 1
+10

1 1 1 1 1 1 1

যদি কোনো carry bit না থাকতো তাহলে +10 করতে হতো না।

So, যত 4 sender থেকে আসা data is correct.

একই col এ দুইটা যদি কোনো ভিন্ন bit alter হয়ে যায় তাহলে এই algo সেটা detect করতে (error দেয়) পারবে না। → drawback of checksum

23-05-24

Drawback

parity bit → single error (bit) ছাড়া অন্য কোনো bit detect করতে পারে না।

Hamming Code: এর মধ্যে $2^r \geq m+r+1$ (formula) condition follow করা হয়।

r = no. of redundant bits → extra bit add করা। extra bit + send bit সব একেবারে receiver এর কাছে যায়। Then receiver redundant bit check করে analysis করে যে, ও data receive করবে কিনা করবে না।

m = no. of data bit.

r = 3.

∴ $2^3 \geq m+3+1$

so, m = 1, 2, 3, 4

error detect করে এবং correction এর জন্য 2^r

$2^r \geq m+r+1$ condition use করা হয়।

~~এটা~~ 7 bit এর জন্য applicable, আরও bit হতে পারে। (করা যাবে।)

Position of data & Redundant bit:

Hamming code এ data ও Redundant bit একসাথে থাকে।

2^n কে follow করছে to get redundant

	X	D4	D3	D2	R3	D1	R2	R1
position:	8	7	6	5	4	3	2	1

1 নং pos. এ 1st redundant bit থাকে, যেটা algo. বলে।

$2^0 = 1$ so, 1 নং pos এ R1 থাকে।

$2^1 = 2$, so, 2 নং pos এ R2 থাকে

$2^2 = 4$, so, 4 নং pos এ R3 থাকে।

D1 = 1st data bit.

D2 = 2nd "

R1 = 1st redundant bit.

So, redundant bit = 3 = r, data bit = 4 = m

Now, $2^n \geq m+3+1$ where, $n=3$, $m=4$

$\Rightarrow 2^3 \geq 4+3+1$

$\Rightarrow 8 = 8$, so it is satisfied.

Check Sum:

Carry:	1 1 1 1 1 1 0
S-1 :	0 1 0 1 1 0 1
S-2 :	1 0 1 0 0 1 0
S-3 :	1 0 0 1 1 0 1
S-4 :	1 0 1 0 0 1 0
	1 0 0 0 1 1 1 1 0

+ 1 0

~~0 0 1 1 0 0~~

0 1 0 0 0 0 0

1 + 1 = 10; 10 + 1 = 11; 11 + 1 = 100

1's complement

↳ : 1 0 1 1 1 1 1 → check sum

Carry: 1 0 → initially carry bit 0.

এর প্রথম দিকে 1 0 0 আসছে: 1 0 carry, 0 sum, so, আমরা যে দুটি carry দিলেও ভাববো না so, এ ধরনের case এ Ex-OR হবে.

S-1 :	0 1 0 1 1 0 1
S-2 :	1 0 1 0 0 1 0
S-3 :	1 0 0 1 1 0 1
S-4 :	1 0 1 0 0 1 0
Checksum : +	1 0 1 1 1 1 1
	0 1 1 1 1 1 1

1, 0 diff → so x-or = 1

1, 1 same so 0

0, 0 same so, 0

0, 1 differ → so x-or = 1

আর 0 এসে পড়েছে so এটা receiver তাকে ...

Hamming code always LSB to MSB লিখতে,

30-5-24

Data bit : 1011

			0		0	1
1	0	1	P_4	1	P_2	P_1
D_7	D_6	D_5		D_3		

Data bit বলে দেওয়া থাকলে & Parity bit এর value বলে দেওয়া না থাকলে :

$P_1 = D_3 \cdot D_5 \cdot D_7$ (1) $P_1 = 1\ 1\ 1$

$P_2 = D_3 \cdot D_6\ D_7$ (0) $P_2 = 1\ 0\ 1$

$P_4 = D_5 \cdot D_6\ D_7$ (0) $P_4 = 1\ 0\ 1$

Even parity বলা হলে : P_1 এ 3টি 1, so, as even parity তাই extra 1টি 1 parity bit হিসেবে আসবে. & এই 1 কেই box এর P1 position এ বসাবে, যদি odd parity বলা হলে : P_1 এ 3টি 1, so odd parity তাই extra 1টি 0 parity bit হিসেবে বসাবে। P_2, P_3 তে 2টি 1 so, odd parity হিসেবে, P_2 & P_3 তে 1 আসবে : (0) P_1 (1) P_2 (1) P_3

sender এটা receiver এ কাছে পাঠাবে।

			P_4		P_2	P_1
1	1	1	0	1	0	1
7	6	5	4	3	2	1

used ~~odd~~ even parity

(1) $P_1 = 111$

(1) $P_2 = 111$ but P_2 box এ 0, তো তখন mismatch so কোনো জায়গায় error হয়েছে।

Redundant bit অথবা Parity bit.

data bit দিয়ে even or odd parity বের করা using hamming code.

Data bit দিয়ে hamming code word টা বের কর,

Send bit বের কর। যেটা send হতো সেটাই hamming code word

Hamming Code Correction:

Data bit দিয়ে কোনো receiver টা receive করেছে and তখন parity wise করতে এটা বলে দেয়া data গুলোর মধ্যে কী faulty নাকি correct? যদি faulty হয় তাহলে correct কর।

1 1 1 0 1 0 1 → এই hamming codeword টা আমি receive করেছি, even parity wise. এখন check করবে,

⇒ 1st এ box এ নিবো।

1	1	1	0	1	0	1
7	6	5	4	3	2	1

$P_1 \rightarrow D_3\ D_5\ D_7$

1 1 1

(1) P_1 = 1 1 1 → এই 4 টা করে ধরেছেন

$P_2 \rightarrow D_3\ D_6\ D_7$

0 1 1 1

(2) P_2 = 1 1 1

$P_4 \rightarrow D_5\ D_6\ D_7$

$P_1 \rightarrow D_3 \; D_5 \; D_7$ → এই ৭টাকে consider করে parity bit বের করলাম।

(1   1 1 1) → 0

box এ P_1, D_3, D_5, D_7 এর just value টা লিখেছি।

$P_2 \rightarrow D_3 \; D_6 \; D_7$

(0   1 1 1) → 1

$P_4 \rightarrow D_5 \; D_6 \; D_7$

(0   1 1 1) → 1

Now, $(P_4 P_2 P_1)_2$ = এভাবেও LSB to MSB লিখতে

$= (1\,1\,0)_2$

$\Rightarrow 6$

that means ~~6 নং~~ box এর 6 নং position এ error টা হয়েছে। So, 6 নং position এ 1 হওয়ার কথা 0 আছে।
0 → 1 এ,

Now, this is suitable for single bit error not for multiple bit error.

Correction:

error correction করা হয়েছে।

1	0	1	0	1	0	1
7	6	5	4	3	2	1

→ এটাই hamming code word.

VRC হবে parity bit.