

**CSE**  
**2025 Batch**

**3<sup>rd</sup>**  
**Semester**

# **Computer Networks**

**Polytechnic**

**ONE SHOT**  
**Part-1**



**Semester**





## Syllabus

1

**Introduction**

2

**Data Communication & Communication Methodologies**

3

**Network Layer**

4

**Transport Layer**

5

**Network Devices**

Part -1

Part -2



## Unit-1: Introduction

## Syllabus :

## UNIT 1: Introduction :

(06 Periods)

Introduction to computer networks; Network Models- OSI Reference Model, TCP/IP Model;

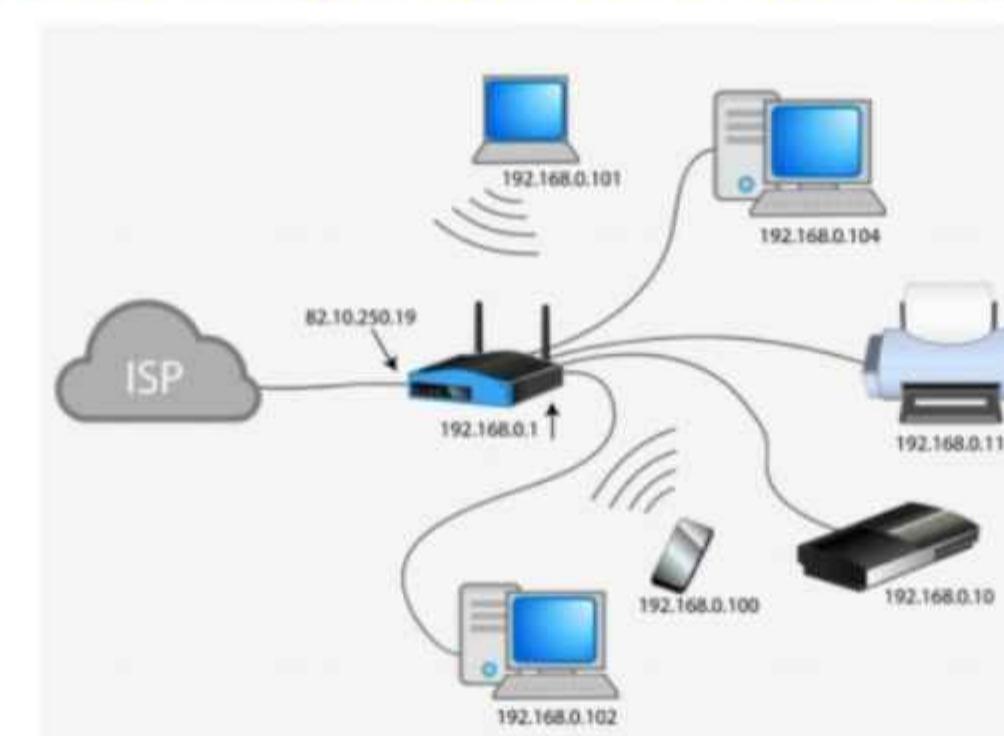
## Practical Exercise

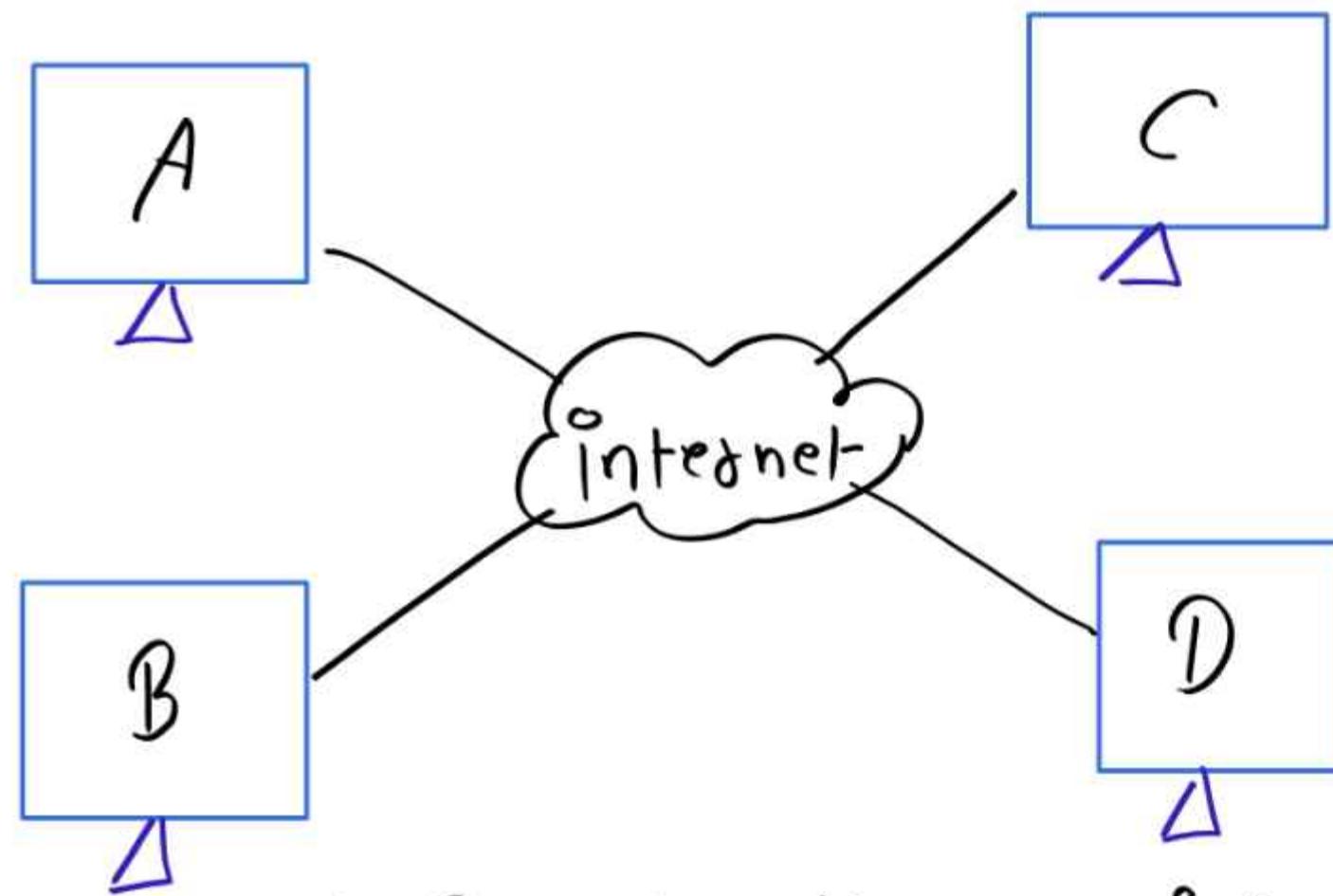
1. Study of any Network simulation tool (Wireshark, Cisco Packet Tracer, NS-2, GNS3 etc)
2. To understand and practically observe how the data travels through OSI layers using network tools (Wireshark, Cisco Packet Tracer, NS-2, GNS3 etc)



## → कंप्यूटर नेटवर्क का परिचय (Introduction to Computer Networks):

- जब दो या दो से अधिक कंप्यूटर या डिवाइस आपस में किसी संचार माध्यम (communication medium) जैसे वायर या वायरलेस के द्वारा जुड़े होते हैं, ताकि वे डाटा, फाइलें, संसाधनों (resources) जैसे प्रिंटर या इंटरनेट को साझा कर सकें, तो इसे कंप्यूटर नेटवर्क कहा जाता है।
- When two or more computers or devices are connected to each other through a communication medium such as wire or wireless, so that they can share data, files, resources such as printer or Internet, then it is called a computer network.





$\Leftarrow$  Computer Network  $\Rightarrow$

first computer Network  $\Rightarrow$  ARPANET

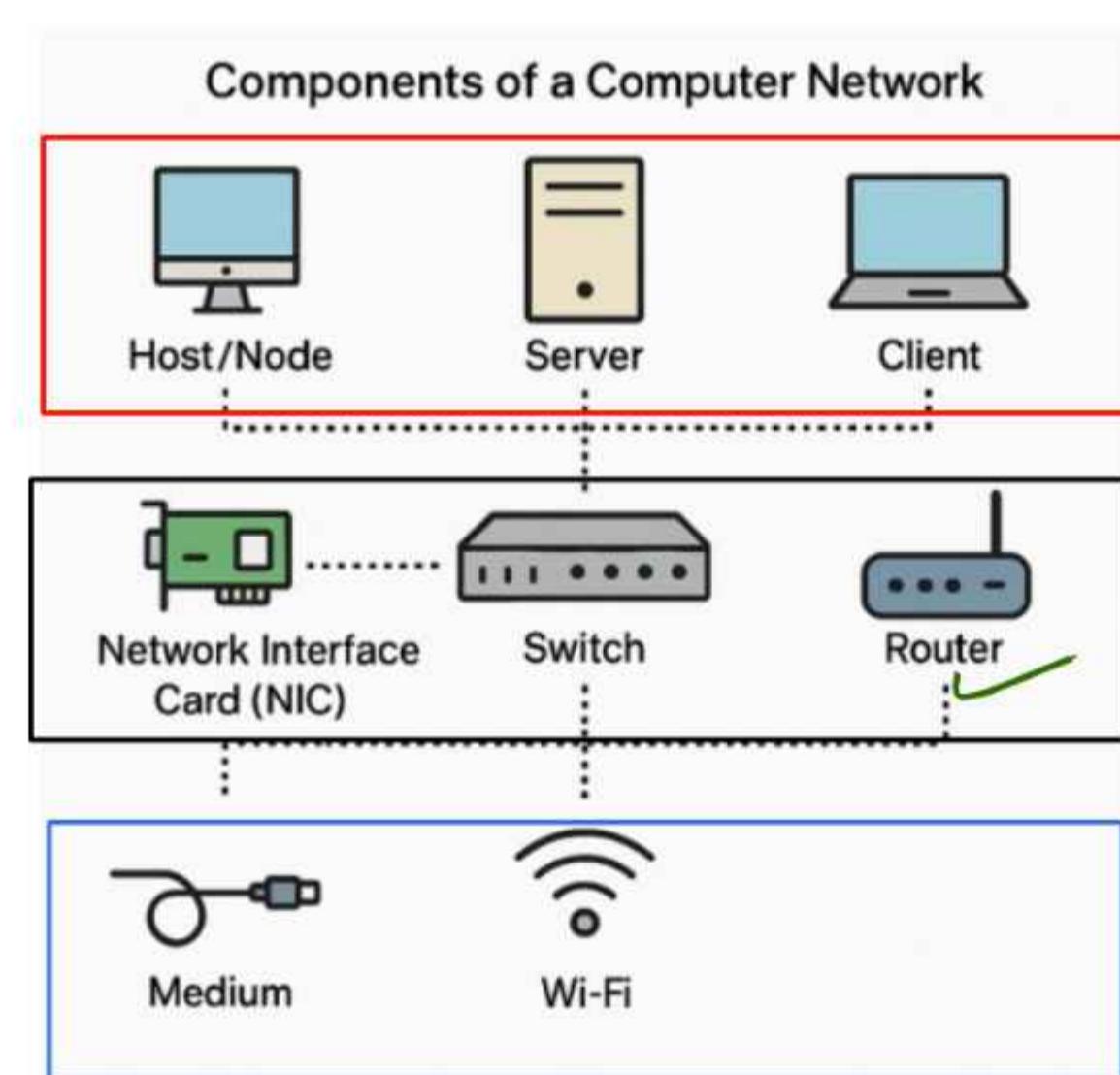
$A \rightarrow$  Advance  
 $R \rightarrow$  Research  
 $P \rightarrow$  Project  
 $A \rightarrow$  Agency  
 $NET \rightarrow$  Network

$\left. \begin{matrix} A \\ R \\ P \\ A \\ NET \end{matrix} \right\}$  U.S  
defence

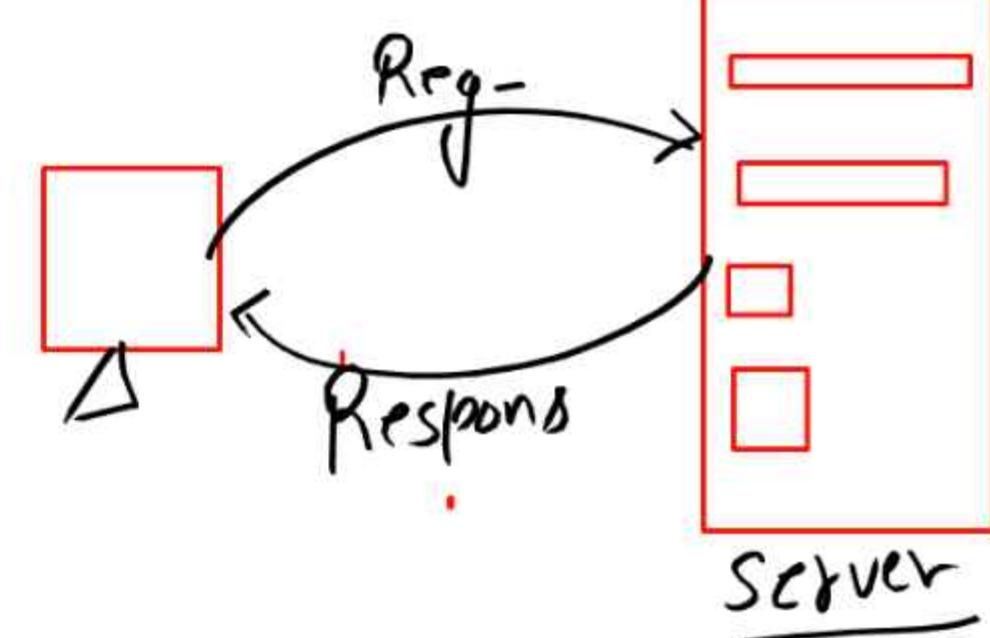
Development start  $\rightarrow$  1969



## कंप्यूटर नेटवर्क के घटक (Components of Computer Network):



→ Network devices





## कंप्यूटर नेटवर्क के घटक (Components of Computer Network):

घटक (Component)	कार्य (Function)
हॉस्ट/नोड (Host/Node) ✓	नेटवर्क से जुड़ा कोई भी डिवाइस (जैसे कंप्यूटर, प्रिंटर) ✓
सर्वर (Server) ✓	संसाधन या सेवा प्रदान करता है ✓
क्लाइंट (Client)	सेवा का उपभोग करता है ✓
नेटवर्क इंटरफ़ेस कार्ड (NIC) ✓	कंप्यूटर को नेटवर्क से जोड़ता है ✓
स्विच (Switch), हब (Hub), राउटर (Router)	डेटा ट्रांसफर को नियंत्रित करने वाले डिवाइस ✓
माध्यम (Medium) ✓	केबल (wired) या Wi-Fi (wireless) माध्यम से डेटा भेजता है

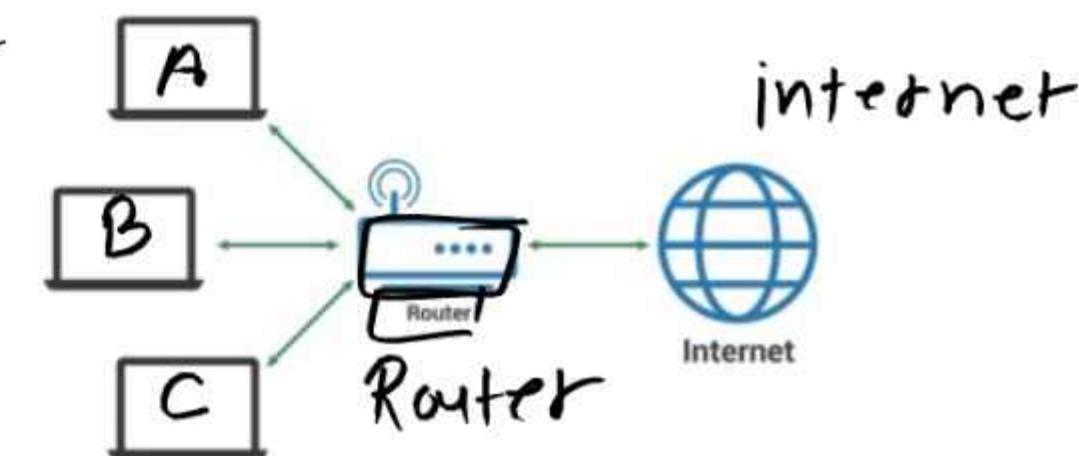


### नेटवर्क के प्रकार (Types of Networks):

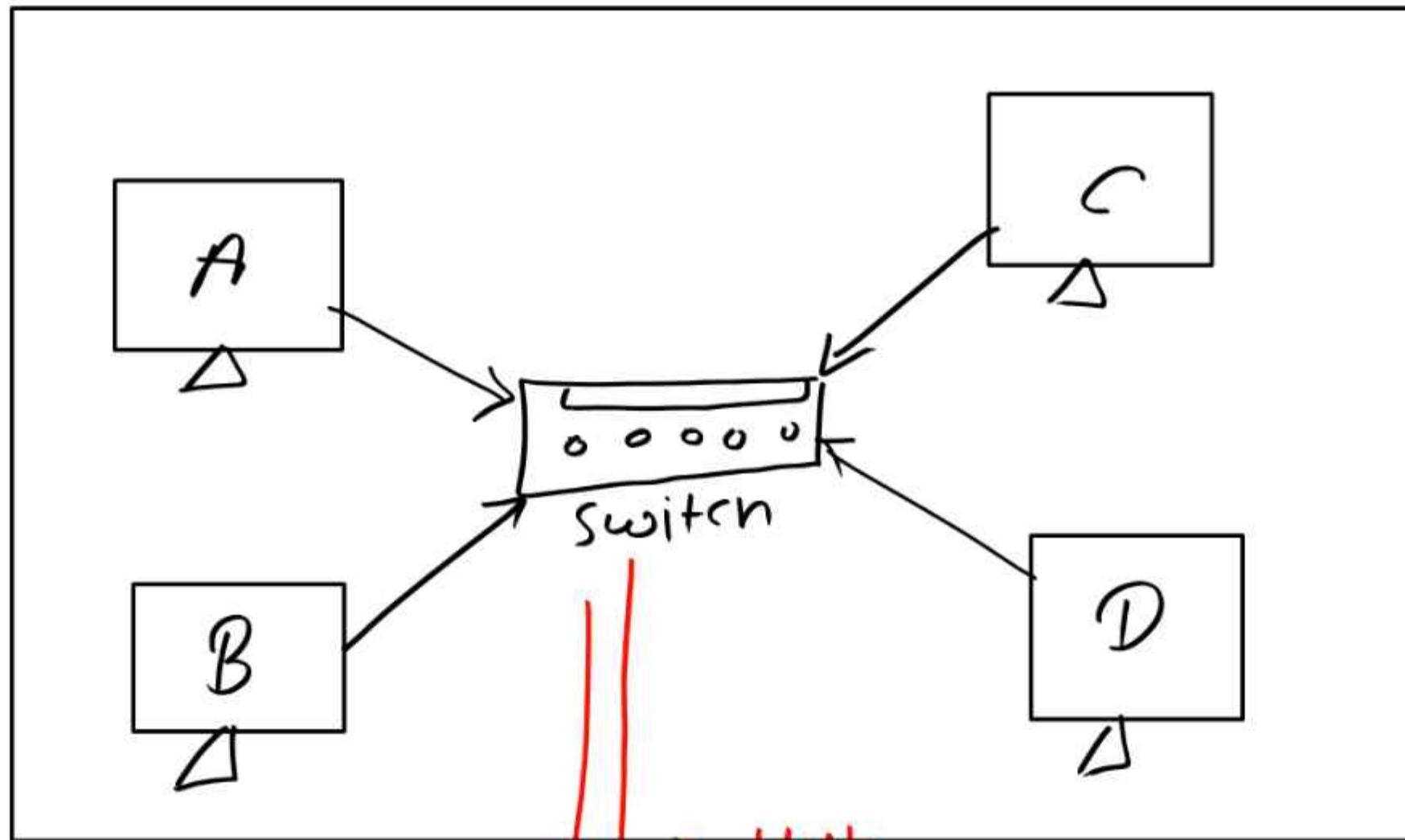
- नेटवर्क को उसके आकार (size) के आधार पर मुख्य रूप से 3 भागों में बँटा गया है:
- The network is mainly divided into 3 parts based on its size:

#### 1. Local Area Network (LAN):

- यह नेटवर्क छोटे इलाके (जैसे एक कमरा, ऑफिस, या बिल्डिंग) तक सीमित होता है।
- यह अक्सर private network होता है।
- उदाहरण: एक ऑफिस या स्कूल के कंप्यूटरों को आपस में जोड़ना।
- This network is limited to a small area (such as a room, office, or building).
- It is often a private network.
- Example: Connecting computers in an office or school.



minimum → 10m → 100m  
maximum → 1Km → 5Km



Local Area Network (LAN):



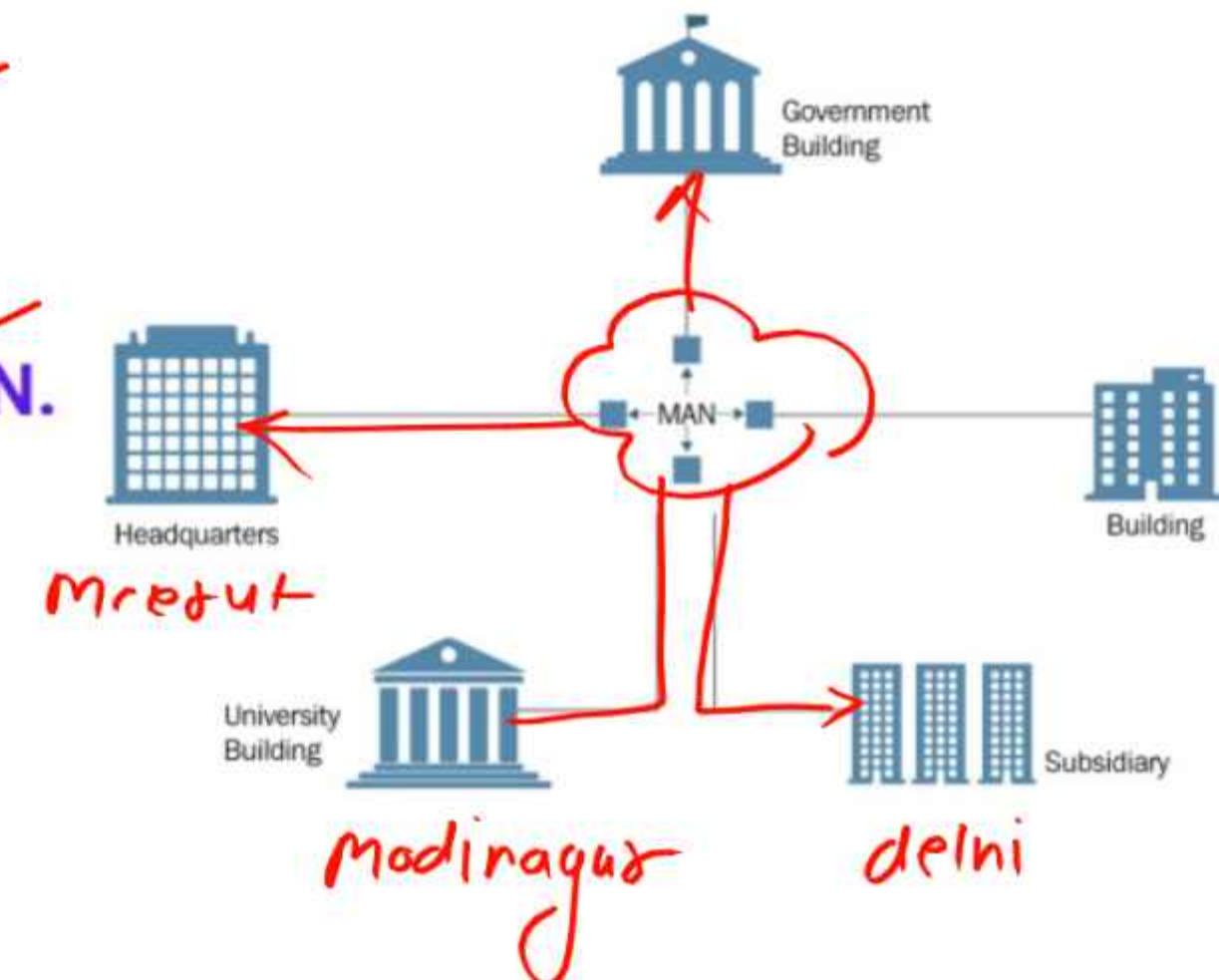
### 3. Metropolitan Area Network (MAN):

- इसका आकार LAN से बड़ा और WAN से छोटा होता है।
- यह आमतौर पर एक शहर के स्तर पर नेटवर्क बनाता है।
- उदाहरण: मुंबई शहर के सारे सरकारी कार्यालयों का नेटवर्क।
- Its size is bigger than LAN and smaller than WAN.
- It usually forms a network at the city level.
- Example: Network of all government offices in Mumbai city.

LAN < MAN < WAN

Coverage → 10 Km → 50 Km

Speed → 10 Mbps → 100 Mbps

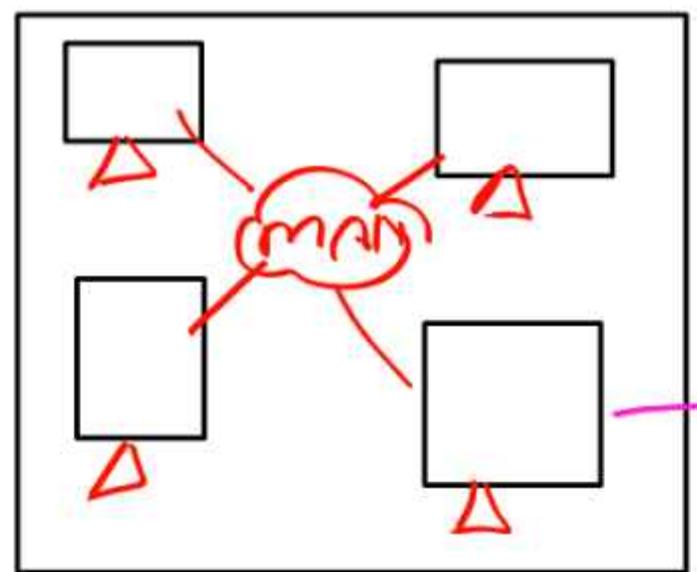




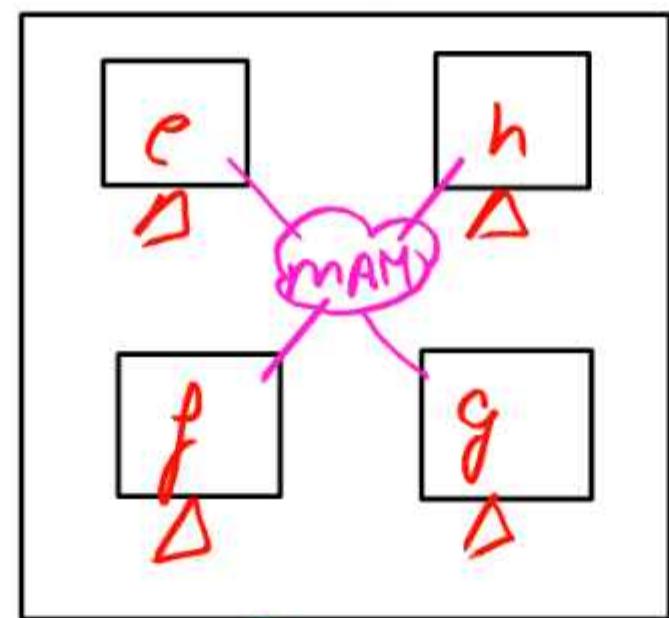
## 2. Wide Area Network (WAN):

- यह नेटवर्क बहुत बड़े इलाके (जैसे एक राज्य या देश) में फैला होता है।
- इसमें कई छोटे-छोटे नेटवर्क आपस में जुड़े होते हैं।
- उदाहरण: इंटरनेट, या पूरे महाराष्ट्र का सरकारी नेटवर्क।
- This network is spread over a very large area (like a state or country).
- Many small networks are interconnected in it.
- Example: Internet, or the government network of entire Maharashtra.

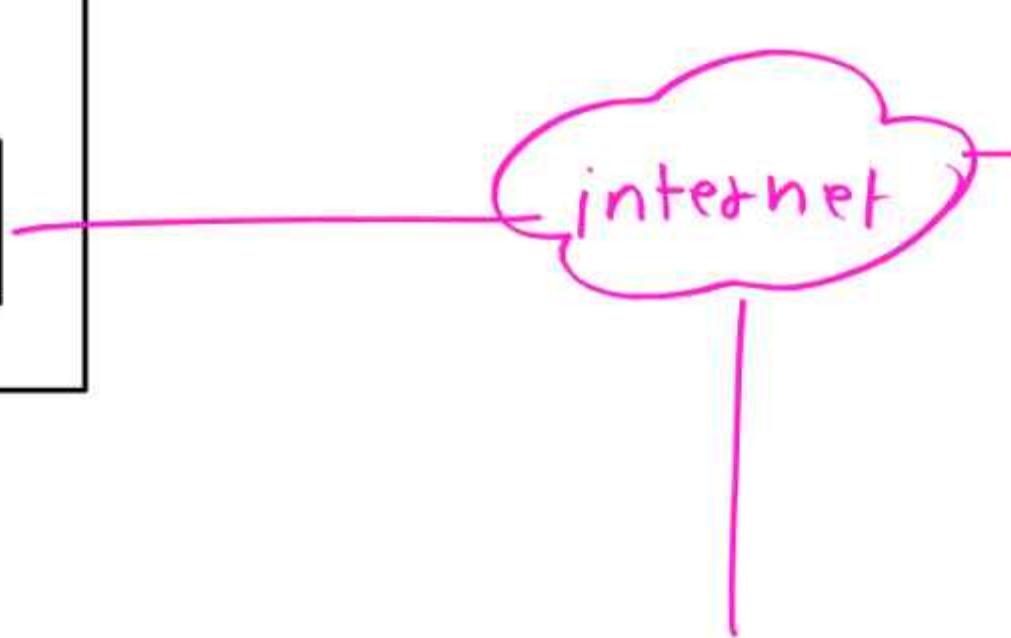




U.P.



Pangjab



delhi

-◦ Wide area Network ◦-



### → नेटवर्क के लाभ (Advantages of Computer Network):

- डेटा को तुरंत और आसानी से साझा कर सकते हैं
- संसाधनों (जैसे प्रिंटर, स्कैनर) को साझा करना संभव
- एक जगह बैठकर कई स्थानों का नियंत्रण
- बैकअप और सुरक्षा की सुविधा
- Can share data quickly and easily
- Possible to share resources (such as printers, scanners)
- Control multiple locations from one place
- Backup and security facility



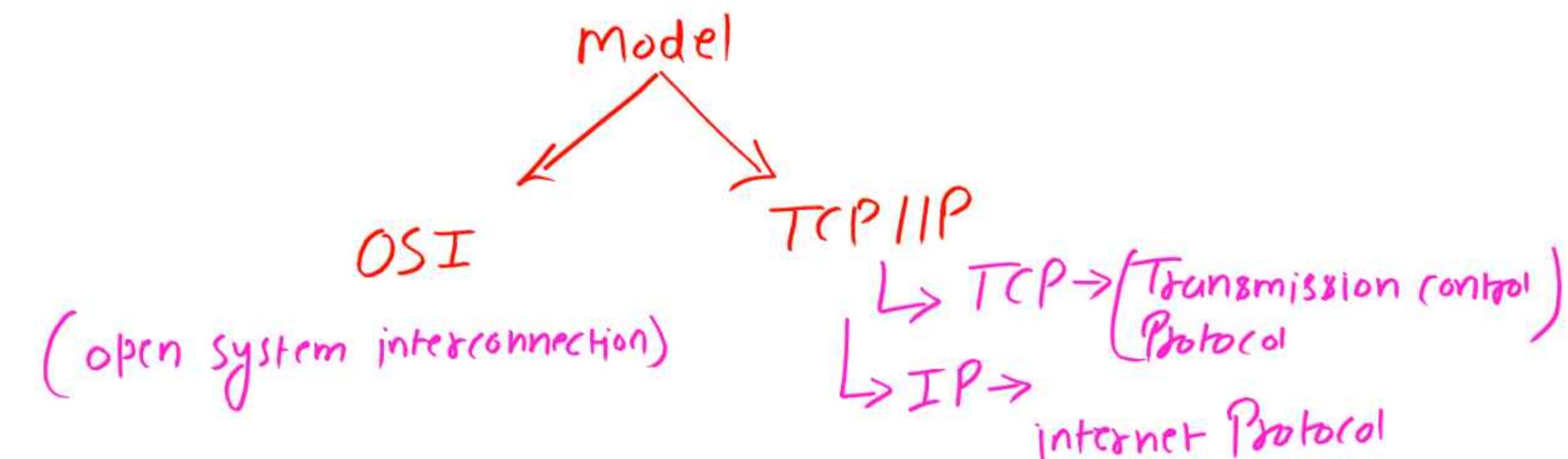
### → नेटवर्क के नुकसान (Disadvantages of Computer Network):

- सुरक्षा जोखिम (Security Risks)
- वायरस या मैलवेयर का फैलाव
- नेटवर्क डाउन होने पर काम रुक सकता है
- प्रबंधन और रखरखाव की जरूरत होती है
- Security Risks ✓
- Spread of viruses or malware ✓
- Work may stop if network goes down ✓
- Requires management and maintenance ✓



## → नेटवर्क मॉडल (Network Model):

- नेटवर्क मॉडल एक ढांचा (framework) है जो यह बताता है कि कंप्यूटर नेटवर्क में डेटा कैसे एक डिवाइस से दूसरी डिवाइस तक ट्रांसफर होता है। यह मॉडल अलग-अलग कार्यों को परतों (layers) में बाँट देता है जिससे नेटवर्क डिजाइन और troubleshooting आसान हो जाती है।
- A network model is a framework that describes how data is transferred from one device to another in a computer network. This model divides different tasks into layers, making network design and troubleshooting easier.



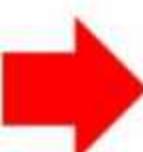
**OSI** → (open system interconnection)

- ↳ OSI model is a Reference model.
- ↳ OSI → 7 layers
- ↳ Development start → 1977
- ↳ Published → 1984
- ↳ IOS (international organization standard)
- ↳ it is known as open system.
  - ↳ same device } data transfer is possible.
  - ↳ different device

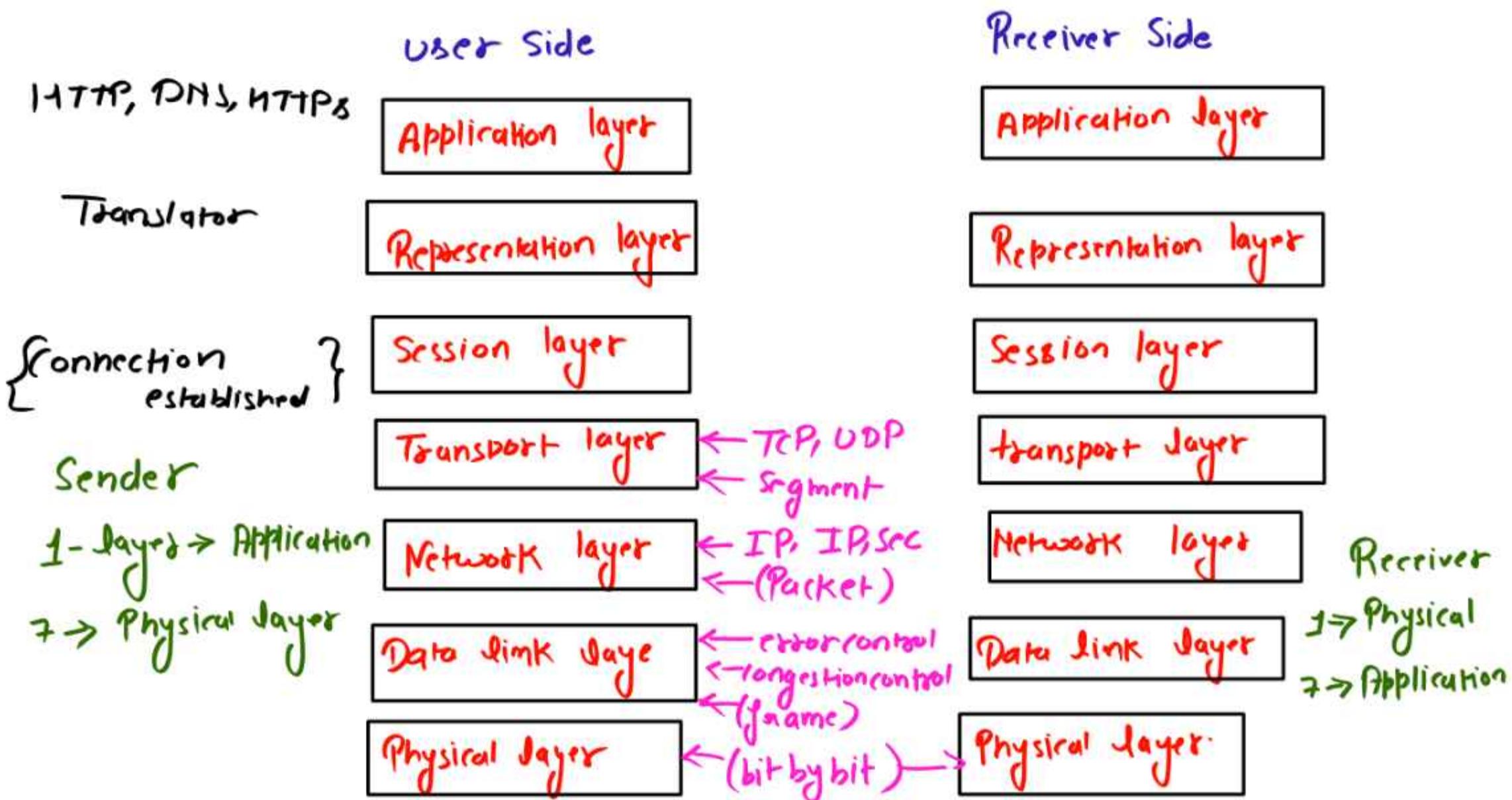


## → OSI Reference Model (ओएसआई संदर्भ मॉडल):

- OSI का फुल फॉर्म है: Open Systems Interconnection
- The full form of OSI is: Open Systems Interconnection
- इसे OSI (Open System Interconnection) मॉडल इसलिए कहा जाता है क्योंकि यह ओपन सिस्टम्स के लिए बनाया गया है,
- It is called the OSI (Open System Interconnection) model because it is designed for open systems,
- मतलब - ऐसे सिस्टम जो एक-दूसरे से कम्युनिकेशन कर सकते हैं, चाहे वो अलग-अलग कंप्यूटर या डिवाइसेज़ ही क्यों न हों।
- that is – systems that can communicate with each other, even if they are different computers or devices.



- इसे ISO (International Organization for Standardization) ने 1984 में विकसित किया था।
- It was developed by ISO (International Organization for Standardization) in 1984.
- इस मॉडल में 7 परतें (Layers) होती हैं, जो एक नेटवर्क कम्युनिकेशन को step-by-step प्रोसेस में विभाजित करती हैं।
- This model consists of 7 layers, which divide a network communication into step-by-step processes.
- इसमें सबसे नीचे की परत Physical Layer होती है और सबसे ऊपर की परत को Application Layer कहते हैं।
- In this, the lowest layer is the Physical Layer and the topmost layer is called the Application Layer.



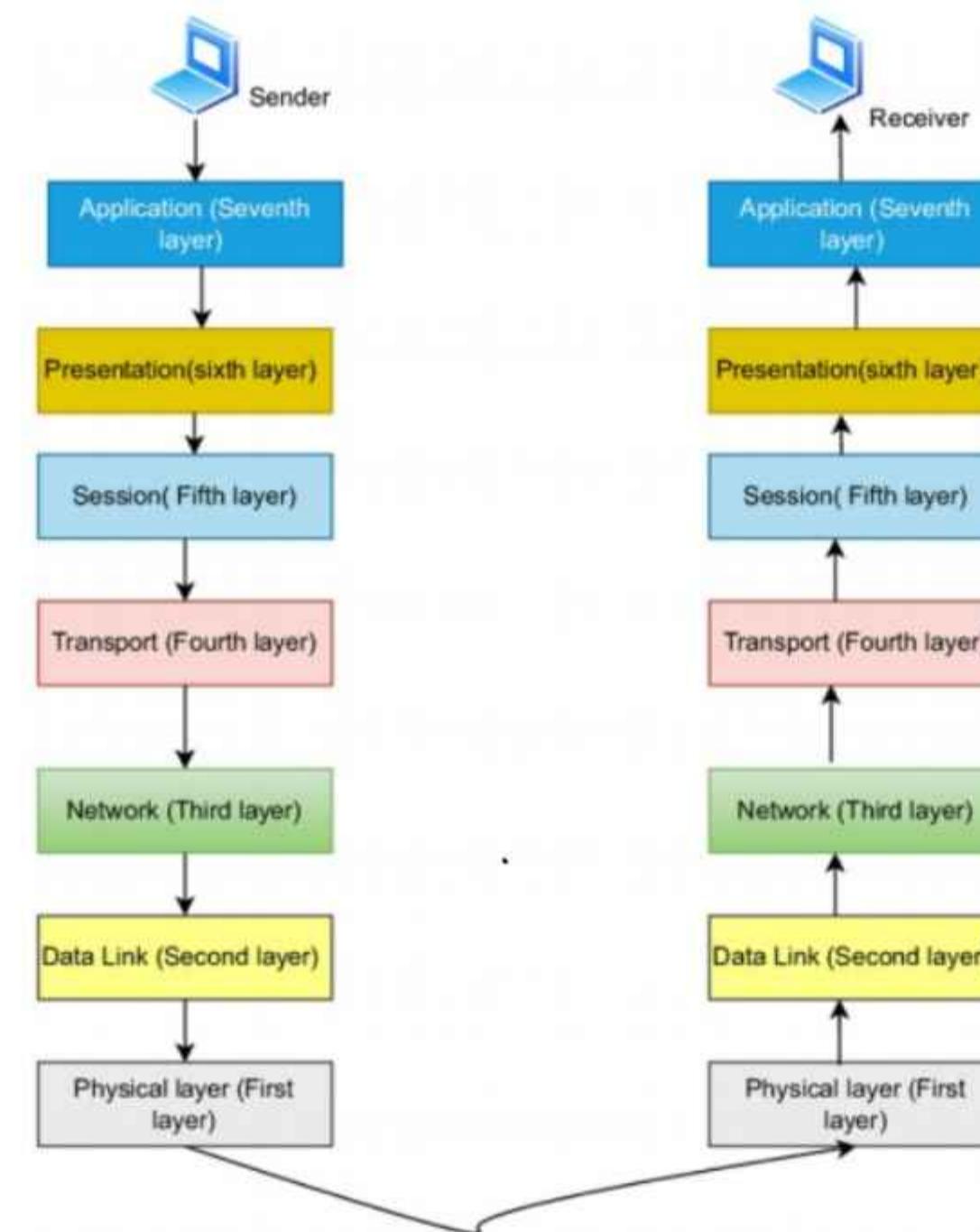
Trick ⇒ Please do not touch Simran, Prince apple

↓      ↓      ↓      ↓      ↓

Physical layer      Data-link layer      Network layer      transport layer      session layer      presentation layer      application layer.



## OSI Reference Model (ओएसआई संदर्भ मॉडल):





### 1. Physical Layer (भौतिक परत):

- यह layer असल में डेटा को bits (0 और 1) के रूप में वायर, केबल, या वायरलेस सिग्नल्स के ज़रिए ट्रांसफर करती है।
- This layer actually transfers data in the form of bits (0 and 1) through wire, cable, or wireless signals.
- उदाहरण: केबल, connectors, voltage levels, नेटवर्क कार्ड (NIC)
- Example: cables, connectors, voltage levels, network card (NIC)
- मुख्य कार्य: Transmission और तार या वायरलेस माध्यम से 0 और 1 के रूप में आने वाले कच्चे डेटा को प्राप्त करना।
- Main Function: Transmission and receiving of raw data coming in the form of 0 and 1 through wire or wireless medium.



## 2. Data Link Layer (डेटा लिंक परत):

- यह layer बिट्स को Frame (डेटा ब्लॉक) में बदलती है और transmission errors को detect करती है।
- This layer converts bits into frames (data blocks) and detects transmission errors.
- उदाहरण: MAC address, Ethernet
- Example: MAC address, Ethernet
- मुख्य कार्य: Framing, Error detection, Flow control, MAC addressing
- Main functions: Framing, Error detection, Flow control, MAC addressing



### 3. Network Layer (नेटवर्क परत):

- Source से Destination तक पैकेट को route करना यानी सही रास्ता चुनना और IP addressing करना।
- Routing a packet from source to destination means choosing the right path and IP addressing.
- उदाहरण: IP (Internet Protocol), Routers
- Example: IP (Internet Protocol), Routers
- मुख्य कार्य: Logical addressing (IP), Routing, Packet forwarding
- Main functions: Logical addressing (IP), Routing, Packet forwarding



#### 4. Transport Layer (परिवहन परत):

- Source और Destination के बीच डेटा का reliable transfer सुनिश्चित करती है।
- Ensures reliable transfer of data between source and destination.
- उदाहरण: TCP, UDP
- Example: TCP, UDP
- मुख्य कार्य: Segmentation, Flow control, Error control, Reliable delivery
- Main functions: Segmentation, Flow control, Error control, Reliable delivery



## 5. Session Layer (सत्र परत):

- दो डिवाइसों के बीच session (connection) को establish, maintain और terminate करना।
- Establish, maintain and terminate a session (connection) between two devices.
- उदाहरण: NetBIOS, PPTP
- Example: NetBIOS, PPTP
- मुख्य कार्य: Dialog control, Session management
- Main functions: Dialog control, Session management



## 6. Presentation Layer (प्रस्तुति परत):

- डेटा को इस रूप में बदलना जो receiver समझ सके (जैसे encryption, decryption, compression)।
- Converting data into a form that the receiver can understand (e.g. encryption, decryption, compression).
- उदाहरण: JPEG, MP4, SSL
- Examples: JPEG, MP4, SSL
- मुख्य कार्य: Data translation, Encryption/Decryption, Compression
- Main functions: Data translation, Encryption/Decryption, Compression



### 7. Application Layer (एप्लिकेशन परत):

- यह वह layer है जिससे user सीधे interact करता है, जैसे ईमेल भेजना, वेबसाइट खोलना आदि।
- This is the layer with which the user directly interacts, like sending email, opening a website, etc.
- उदाहरण: HTTP, FTP, SMTP, DNS, Gmail, Chrome
- Example: HTTP, FTP, SMTP, DNS, Gmail, Chrome
- मुख्य कार्य: Provide network services to end users
- Main function: Provide network services to end users

→ 20 → 60 byte (Header)  
→ Slow data transmission.

TCP/IP →

↳ TCP → Transmission Control Protocol (Secure data transmission)  
↳ IP → Internet Protocol (Source and destination (IP Provide))

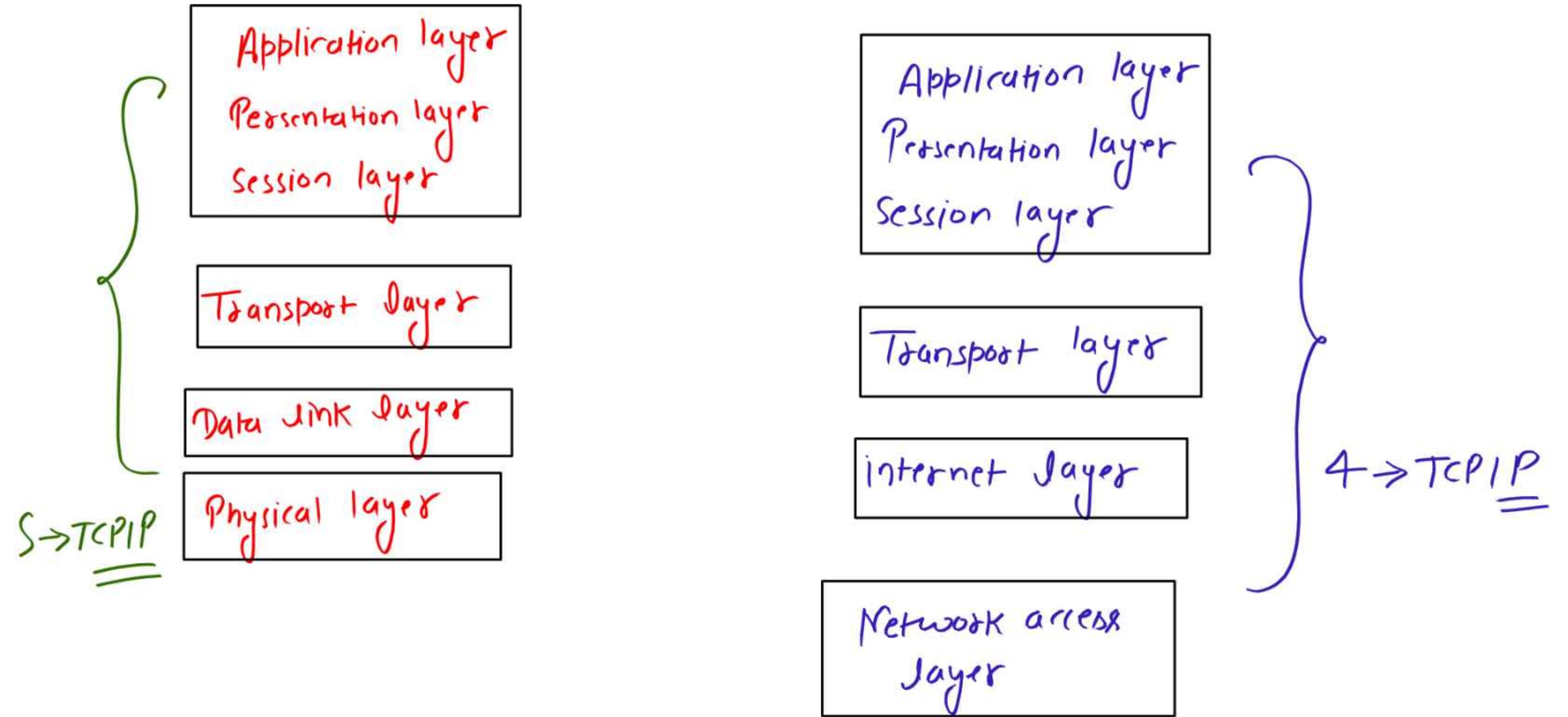
Note : → Internet पर data transfer करने की लिए use TCP/IP

↳ Development → 1973  
↳ DOD → (Development of defense).  
↳ 5-layer  
↳ 4-layer.



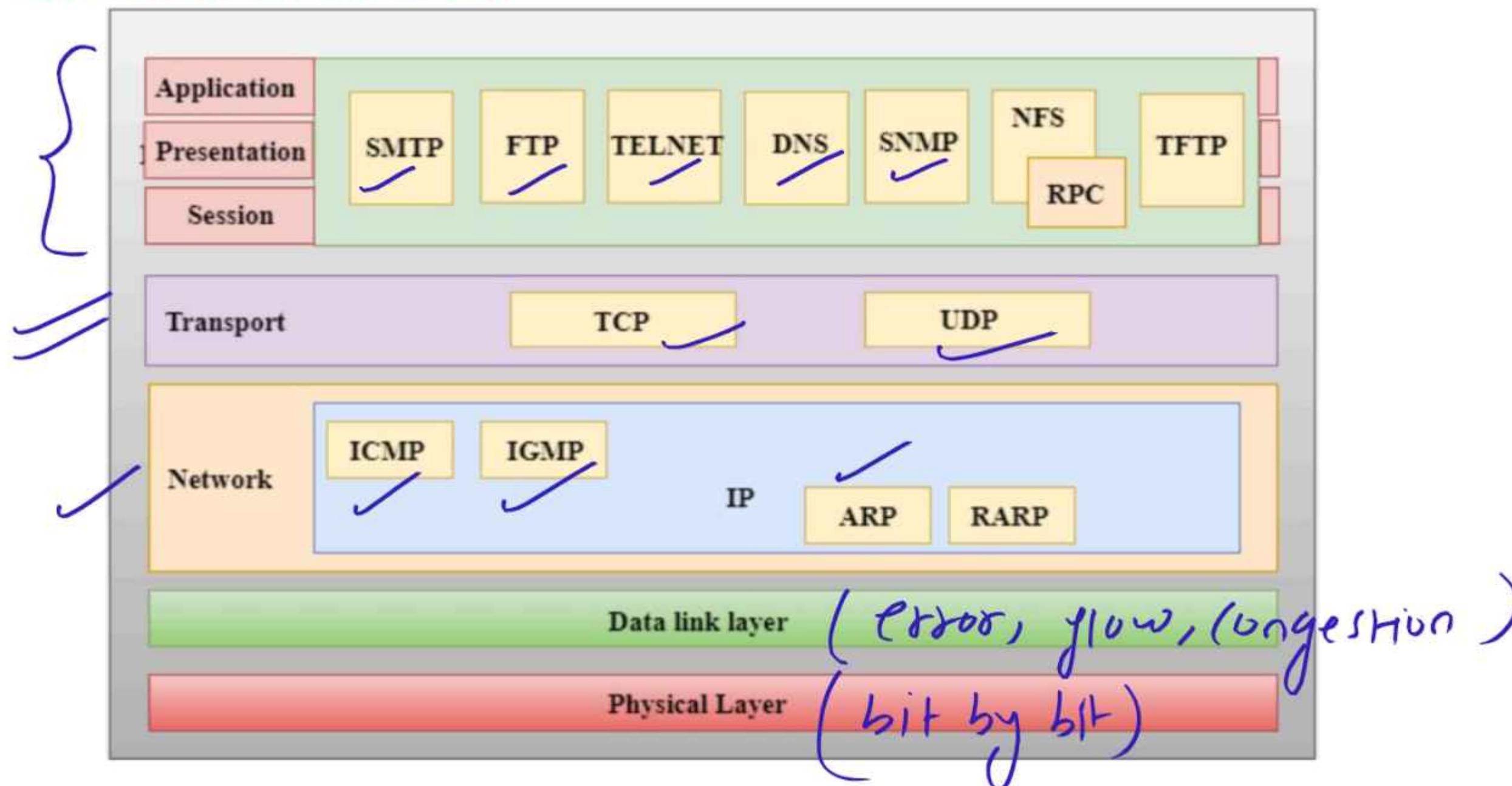
## TCP/IP मॉडल (TCP/IP Model):

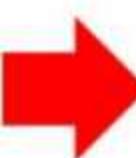
- TCP/IP मॉडल को DoD Model (Department of Defense Model) भी कहा जाता है। यह इंटरनेट की रीढ़ (backbone) है और वास्तविक नेटवर्क संचार में सबसे अधिक प्रयोग होता है।
- The TCP/IP model is also called the DoD Model (Department of Defense Model). It is the backbone of the Internet and is most commonly used in actual network communications.
- TCP/IP मॉडल में कुल 4 या 5 परतें होती हैं (कुछ पुस्तकों में physical और data link को एकसाथ network access layer कहा गया है)।
- There are a total of 4 or 5 layers in the TCP/IP model (in some books the physical and data link together are called the network access layers).





## TCP/IP मॉडल (TCP/IP Model):





परत (Layer)	कार्य (Function)
1. नेटवर्क एक्सेस परत (Network Access Layer)	डाटा को फिजिकल नेटवर्क पर ट्रांसमिट करने का कार्य करती है (जैसे LAN, केबल्स आदि)। <i>Transmits data over the physical network medium (e.g., LAN, cables, etc.).</i>
2. इंटरनेट परत (Internet Layer)	IP addressing और पैकेट्स को source से destination तक पहुँचाने के लिए जिम्मेदार। <i>Responsible for IP addressing and delivering packets from source to destination.</i>
3. ट्रांसपोर्ट परत (Transport Layer)	दो डिवाइसों के बीच reliable डेटा ट्रांसफर करता है (TCP, UDP)। <i>Ensures reliable data transfer between devices using TCP/UDP.</i>
4. एप्लिकेशन परत (Application Layer)	यूज़र से संबंधित सर्विसेज़ देता है जैसे वेब ब्राउज़िंग, ईमेल आदि (HTTP, FTP, SMTP)। <i>Provides user-related services like web browsing, email (HTTP, FTP, SMTP).</i>



### → TCP/IP मॉडल की विशेषताएँ (Features of TCP/IP Model):

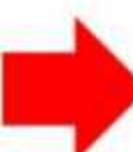
- Practical और implementation आधारित मॉडल।
- Internet पर प्रयोग होने वाला वास्तविक मॉडल।
- Layering सरल और flexible है।
- Reliable communication के लिए TCP और fast transmission के लिए UDP सपोर्ट करता है।
- Practical and implementation based model.
- The actual model used on the Internet.
- Layering is simple and flexible.
- Supports TCP for reliable communication and UDP for fast transmission.

**Unit-2: Data Communication and Communication Methodologies****Syllabus :****UNIT 2: Data Communication and Communication Methodologies :****(10 Periods)**

Transmission Media – principles, issues and examples; **Wired Media** – Coaxial, UTP, STP, Fiber Optic Cables; Wireless Media – HF, VHF, UHF, Microwave, Ku Band; Network topologies; Data Link Layer – design issues, example protocols (Ethernet, WLAN, Bluetooth); **Switching Techniques**

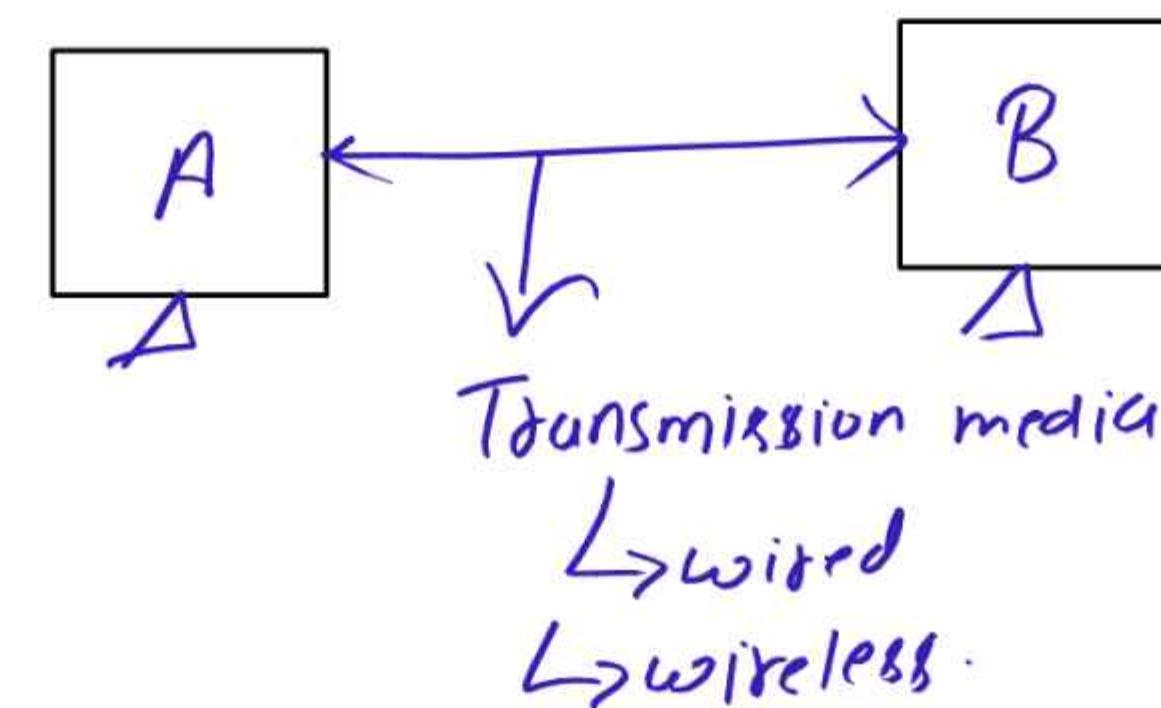
**Practical Exercise**

1. Showing various types of networking cables and connectors, identifying them clearly
2. Looking at specifications of cables and connectors of various companies on Internet, find out differences.
3. Making patch cords using different types of cables and connectors - crimping, splicing, etc
4. Demonstration of different type of cable testers, using them for testing patch cords prepared by the students in Lab and standard cables prepared by professionals



## Transmission Media:

- Transmission Media वह physical path (भौतिक मार्ग) या channel है जिसके माध्यम से डेटा (data), आवाज़ (voice), और वीडियो (video) एक डिवाइस से दूसरे डिवाइस तक transmit (प्रेषित) होता है।
- transmission media is the physical path or channel through which data, voice, and video are transmitted from one device to another.





## → Principles of Transmission Media:

### 1. Signal Transmission Principle:

- Data को transmission medium में भेजने से पहले signal में convert करना पड़ता है।
- Data has to be converted into signal before sending it to the transmission medium.
  - **Wired media** → electrical signals या light signals
  - **Wireless media** → radio waves, microwaves, infrared

### Example:

- Telephone line → electrical pulses
- Optical Fiber → light pulses
- Satellite → radio/microwave signals



## 2. Bandwidth Principle:

- हर medium की capacity (bandwidth) अलग होती है।
- Each medium has a different capacity (bandwidth).
- Bandwidth = कितने bits per second (bps) transmit हो सकते हैं।
- Bandwidth = how many bits per second (bps) can be transmitted.

### Example:

- Twisted pair cable: 1–100 Mbps
- Coaxial cable: 100 Mbps–1 Gbps
- Optical fiber: Up to Tbps (बहुत high)

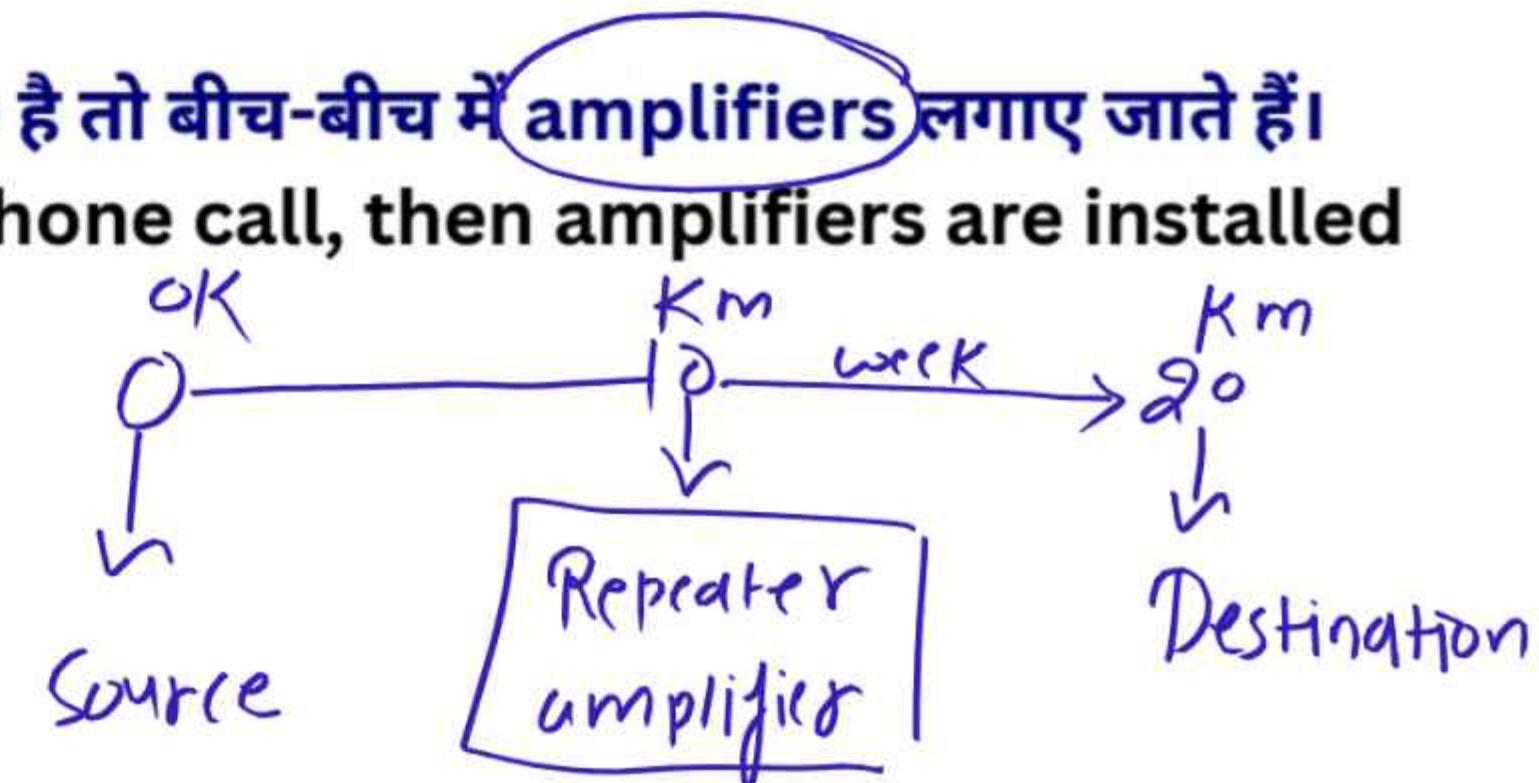


### 3. Attenuation Principle (Signal Weakening):

- जैसे-जैसे distance बढ़ता है, signal की strength कम हो जाती है।
- As the distance increases, the signal strength decreases.
- Long distance communication में repeaters या amplifiers लगाना पड़ता है।
- Repeaters or amplifiers have to be installed for long distance communication.

#### Example:

- Telephone call में अगर long-distance है तो बीच-बीच में amplifiers लगाए जाते हैं।
- If there is a long distance in a telephone call, then amplifiers are installed in between.



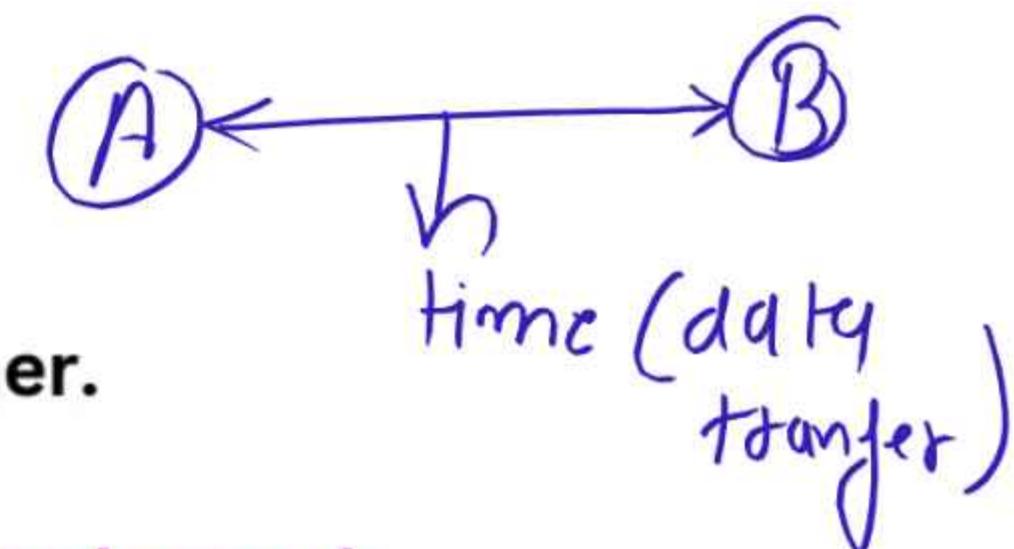


#### 4. Noise and Interference Principle:

- Transmission के दौरान unwanted signals mix हो जाते हैं।
- Unwanted signals get mixed during transmission.
- Noise → random signals (जैसे lightning, electronic devices से disturbance)
- random signals (like lightning, disturbance from electronic devices).
- Interference → एक communication channel दूसरे को disturb करे।
- one communication channel disturbs the other.

#### 5. Propagation Delay Principle:

- Data को एक जगह से दूसरी जगह पहुँचने में time लगता है।
- It takes time for data to reach from one place to another.
  - Delay depend करता है:
  - Distance, Medium की nature (copper, fiber, air), Signal speed.





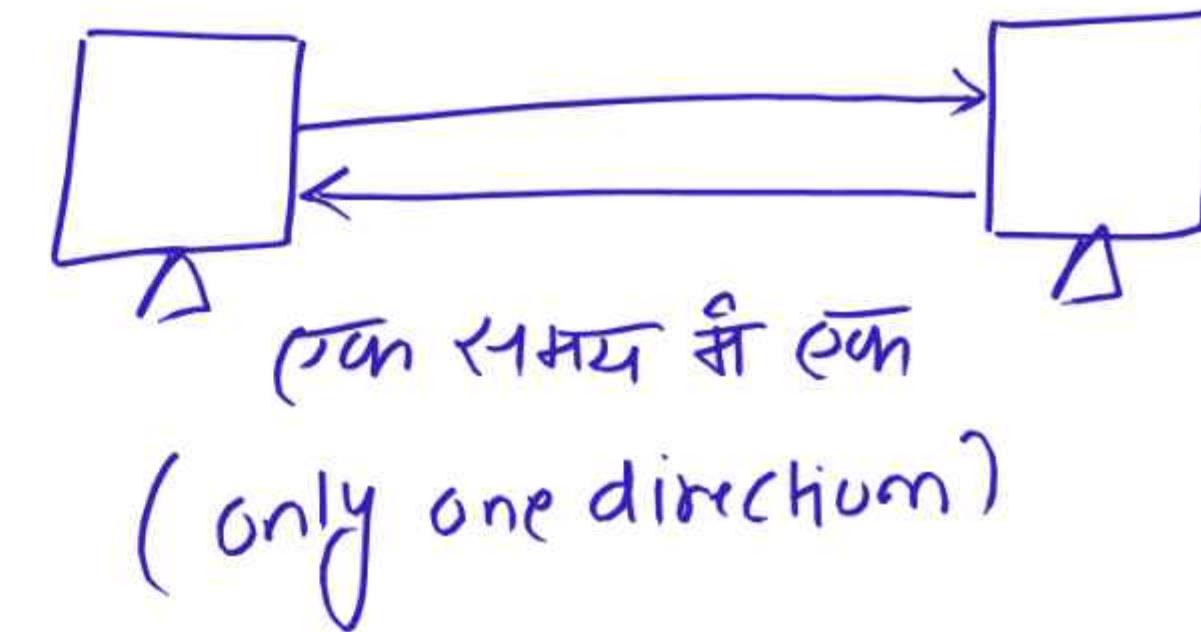
## 6. Direction of Transmission Principle/ Transmission mode.

### (a). Simplex Mode (एकमार्गी संचरण):

- Simplex संचरण वह तरीका है जिसमें डेटा केवल एक ही दिशा में प्रवाहित होता है। प्रेषक (Sender) सिर्फ डेटा भेज सकता है और ग्राहक (Receiver) सिर्फ डेटा प्राप्त कर सकता है। ग्राहक कोई भी प्रतिक्रिया (feedback) नहीं भेज सकता।
- Simplex transmission is a mode in which data flows in **only one direction**. The sender can only send data and the receiver can only receive data. The client cannot send any feedback.

#### Example:

- रेडियो प्रसारण (Radio)
- टेलीविजन (TV)
- की-बोर्ड से कंप्यूटर में डेटा जाना





### (b). Half Duplex Mode (अर्ध-द्विमार्गी संचरण):

- Half Duplex संचरण वह तरीका है जिसमें डेटा दोनों दिशाओं में प्रवाहित हो सकता है, लेकिन एक समय में केवल एक ही दिशा में। यानि जब प्रेषक(sender) भेज रहा है तो ग्राहक प्राप्त करेगा, और जब ग्राहक भेजे गा तो प्रेषक(sender) प्राप्त करेगा।
- Half Duplex transmission is a mode in which data can flow in both directions, but only in one direction at a time. That is, when the sender is sending, the client will receive, and when the client sends, the sender will receive.

#### Example:

- वॉकी-टॉकी (Walkie-Talkie)
- पुलिस वायरलेस संचार प्रणाली



### (c). Full Duplex Mode (पूर्ण-द्विमार्गी संचरण):

- Full Duplex संचरण वह तरीका है जिसमें डेटा दोनों दिशाओं में एक साथ (simultaneously) प्रवाहित हो सकता है। प्रेषक और ग्राहक दोनों एक ही समय में डेटा भेज और प्राप्त कर सकते हैं।
- Full Duplex transmission is the mode in which data can flow in both directions simultaneously. Both sender and client can send and receive data at the same time.

#### Example:

- टेलीफोन कॉल
- मोबाइल फोन कॉल
- इंटरनेट ब्राउज़िंग

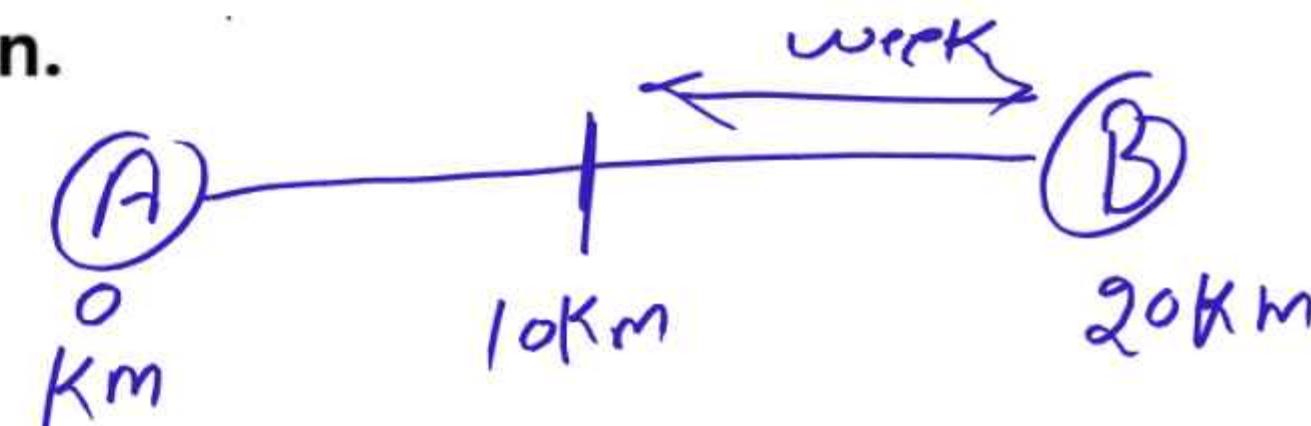


## Transmission Media – Issues:

- जब भी हम किसी भी transmission medium (wired या wireless) का उपयोग करते हैं, तो कई समस्याएँ सामने आती हैं। इन्हें Issues कहते हैं।
- Whenever we use any transmission medium (wired or wireless), many problems arise. These are called Issues.

### (1). Attenuation (क्षीणन):

- जब किसी माध्यम से गुजरते समय सिग्नल की शक्ति (signal strength) धीरे-धीरे कम होती जाती है, तो इस समस्या को क्षीणन (Attenuation) कहा जाता है।
- When the signal strength gradually decreases while passing through a medium, this problem is called attenuation.





## (2). Noise (शौर):

- Noise वह अवांछित (unwanted) electrical signals होते हैं जो transmission के दौरान मूल data signal के साथ मिल जाते हैं और communication की गुणवत्ता को खराब करते हैं।
- Noise is the unwanted electrical signals that get mixed with the original data signal during transmission and degrade the quality of communication.

## (3). Interference (हस्तक्षेप):

- जब किसी बाहरी स्रोत से आने वाले electromagnetic signals data transmission में बाधा डालते हैं, तो इसे हस्तक्षेप (Interference) कहा जाता है।
- When electromagnetic signals from an external source interfere with data transmission, it is called interference.



#### (4). Bandwidth Limitation (बैंडविड्थ सीमा):

- हर transmission medium की data ले जाने की अधिकतम क्षमता (capacity) सीमित होती है।  
इस सीमा को बैंडविड्थ सीमा (Bandwidth Limitation) कहा जाता है।
- Every transmission medium has a limited maximum capacity to carry data.  
This limit is called bandwidth limitation.

#### (5). Propagation Delay (संचरण विलंब):

- जब signal को स्रोत (source) से गंतव्य (destination) तक पहुँचने में समय (time) लगता है, तो  
इस समयांतर को संचरण विलंब (Propagation Delay) कहते हैं।
- When the signal takes time to reach from the source to the destination, this  
time difference is called propagation delay.



### (6). Security Issues (सुरक्षा समस्याएँ):

- जब किसी transmission medium में unauthorized access (अनधिकृत पहुँच) या data leakage का खतरा हो, तो इसे सुरक्षा समस्या (Security Issue) कहा जाता है।
- When there is a risk of unauthorized access or data leakage in a transmission medium, it is called a security issue.

### (7). Cost and Installation Issues (लागत और स्थापना समस्याएँ):

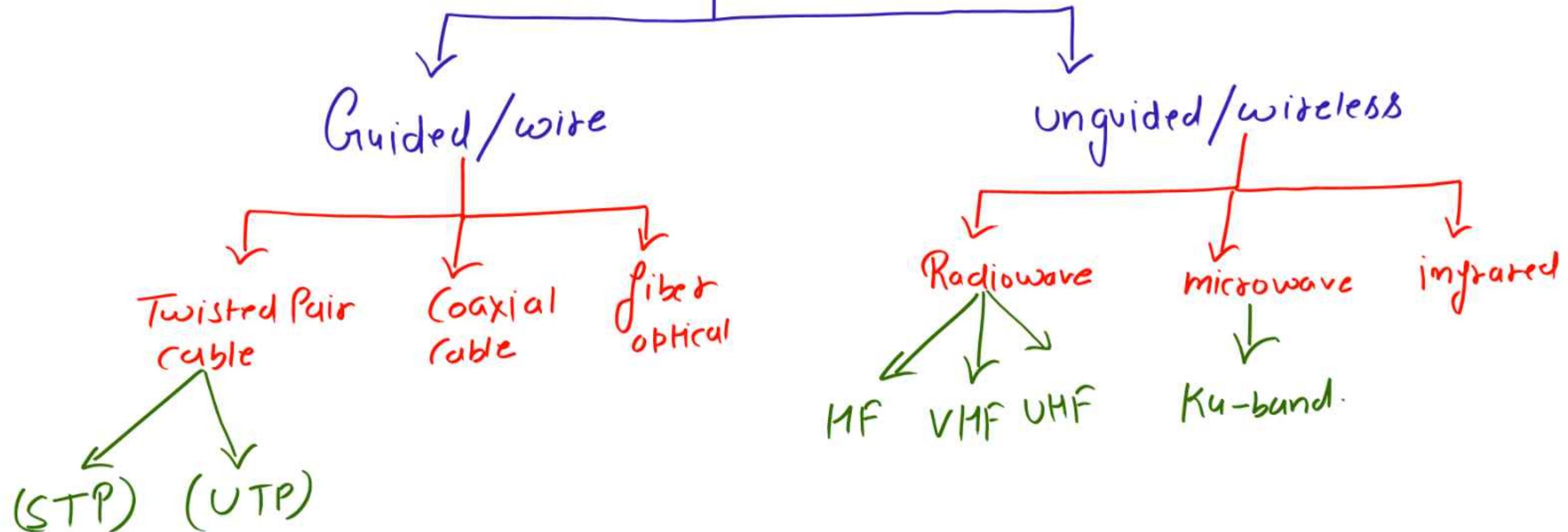
- विभिन्न transmission media की स्थापना (installation), रखरखाव (maintenance) और लागत (cost) अलग-अलग होती है। इनसे जुड़ी कठिनाइयों को लागत और स्थापना समस्याएँ कहा जाता है।
- The installation, maintenance and cost of different transmission media are different. The difficulties associated with these are called cost and installation problems.



## Classification of Transmission Media:

- ट्रांसमिशन मीडिया को दो मुख्य प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है: Guided Media (Wired), जो भौतिक केबलों का उपयोग करता है जैसे कि twisted pair, coaxial, और fiber optic cables, और Unguided Media (Wireless), जो हवा के माध्यम से सिग्नल को transmit करता है radio waves, microwaves, या infrared waves का उपयोग करके।
- Transmission media is classified into two main types: Guided Media (Wired), which uses physical cables such as twisted pair, coaxial, and fiber optic cables, and Unguided Media (Wireless), which transmits signals through the air using radio waves, microwaves, or infrared waves.

# Transmission media classification





### → Guided Media (Wired / तारयुक्त माध्यम):

- वह माध्यम है जिसमें डेटा या सिग्नल को ट्रांसमिट करने के लिए भौतिक केबलों (Physical Cables) का उपयोग किया जाता है। इसमें सिग्नल एक निश्चित पथ (Path) से होकर गुजरते हैं।
- It is a medium in which physical cables are used to transmit data or signals. In this, the signals pass through a fixed path.



### Twisted Pair Cable (ट्रिविस्टेड पेर एंड केबल):

- यह सबसे पुरानी और सबसे ज्यादा उपयोग की जाने वाली ट्रांसमिशन केबल है। इसमें दो कॉपर तार (Copper Wires) होते हैं जिन्हें आपस में घुमाकर (Twist करके) रखा जाता है। इन ट्रिविस्ट का मुख्य उद्देश्य होता है इंटरफेरेंस (Noise) और Crosstalk को कम करना।
- This is the oldest and most widely used transmission cable. It consists of two copper wires which are twisted together. The main purpose of these twists is to reduce interference (noise) and crosstalk.



→ Twisted Pair Cable (ट्रिस्टेड पेर केबल):

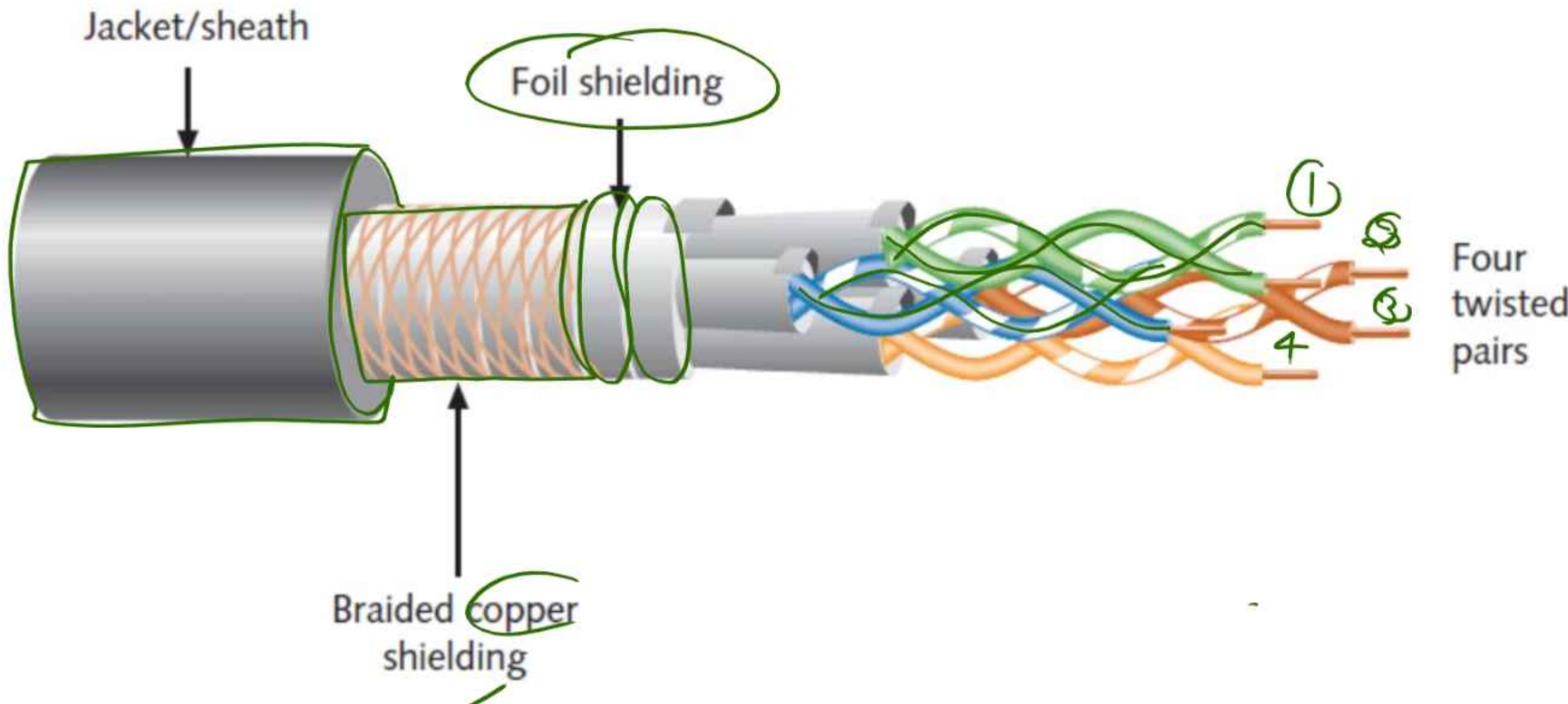


### (1). STP (Shielded Twisted Pair):

- STP केबल, Twisted Pair Cable का ही एक उन्नत रूप है। इसमें कॉपर के तारों के चारों ओर एक अतिरिक्त Shield (धातु की परत, जैसे एल्यूमिनियम फॉयल या ब्रेडेड वायर मेश) होती है। यह शील्डिंग बाहरी Noise (Electrical Interference) और Crosstalk को कम करती है।
- STP cable is an advanced form of Twisted Pair Cable. It has an additional shield (metal layer, such as aluminum foil or braided wire mesh) around the copper wires. This shielding reduces external noise (electrical interference) and crosstalk.



### (1). STP (Shielded Twisted Pair):





## (1). STP (Shielded Twisted Pair):





### Advantages of STP (फायदे):

1. शील्डिंग की वजह से Noise और Crosstalk कम होता है।
  2. बेहतर परफॉर्मेंस देता है क्योंकि सिग्नल क्वालिटी साफ रहती है।
  3. UTP की तुलना में लंबी दूरी तक ट्रांसमिशन कर सकता है।
  4. High-speed और सुरक्षित डेटा ट्रांसमिशन के लिए उपयुक्त।
- 
1. Reduces Noise and Crosstalk due to shielding.
  2. Provides better performance with clear signal quality.
  3. Suitable for long-distance transmission compared to UTP.
  4. Ensures secure and high-speed data transmission.

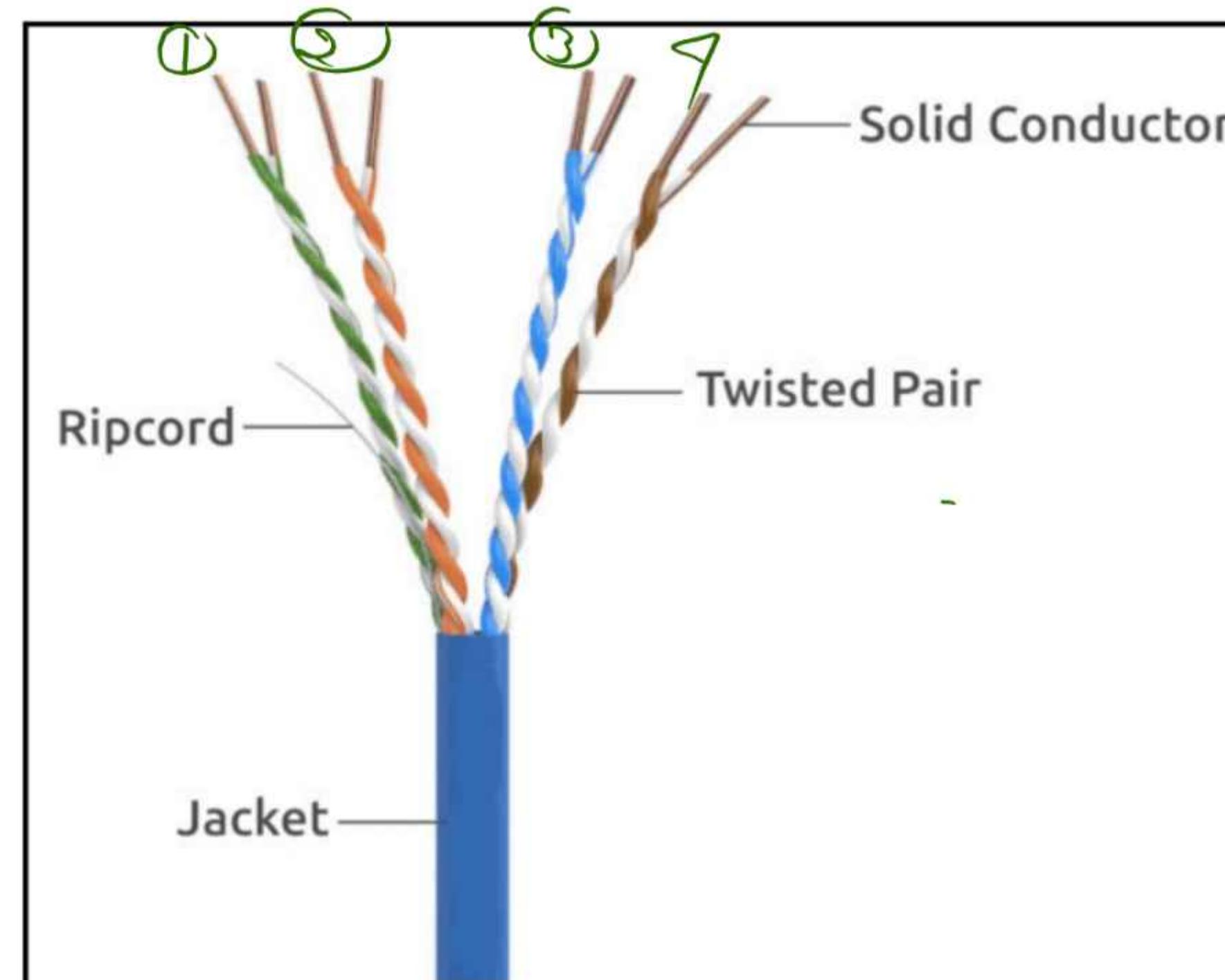


## (2). UTP (Unshielded Twisted Pair);

- UTP केबल एक प्रकार की Twisted Pair Cable है जिसमें कॉपर तारों (Copper Wires) को आपस में Twist (घुमाया) किया जाता है, लेकिन इसमें कोई अतिरिक्त Shielding (धातु की परत) नहीं होती।
- UTP cable is a type of twisted pair cable in which copper wires are twisted together, but there is no additional shielding (metal layer) in it.
- यह सबसे ज्यादा इस्टेमाल की जाने वाली नेटवर्किंग केबल है, खासकर LAN (Local Area Network) और टेलीफोन सिस्टम में।
- This is the most widely used networking cable, especially in LAN (Local Area Network) and telephone systems.



## (2). UTP (Unshielded Twisted Pair);





### Advantages of UTP:

#### Low Cost:

- यह सबसे सस्ता और आसानी से उपलब्ध नेटवर्क केबल है।
- It is the cheapest and easily available network cable.

#### Lightweight and Flexible:

- हल्का होता है और आसानी से मोड़ा या लगाया जा सकता है।
- It is lightweight and can be easily bent or installed.

#### Easy Installation:

- इंस्टॉलेशन सरल है और किसी Special Grounding की ज़रूरत नहीं होती।
- Installation is simple and no special grounding is required.

#### Suitable for LAN and Telephone Networks:

- छोटे नेटवर्क और टेलीफोन कनेक्शन के लिए सबसे अच्छा विकल्प है।
- Best choice for small networks and telephone connections.



### Disadvantages of UTP:

#### More Noise and Crosstalk:

- इसमें Shielding नहीं होने के कारण Noise और Crosstalk का असर ज्यादा होता है।
- Due to there being no shielding in this, the effect of noise and crosstalk is greater.

#### Less Security:

- बाहरी इंटरफेरेंस जल्दी सिग्नल को प्रभावित कर देता है।
- External interference quickly affects the signal.

#### Limited Distance:

- यह केवल 100 मीटर तक ही अच्छा काम करता है।
- It works well only up to 100 meters.

#### Not Suitable for High-speed and Long-distance:

- हाई-स्पीड और लंबी दूरी के नेटवर्क के लिए उपयुक्त नहीं है।
- Not suitable for high-speed and long-distance networks.

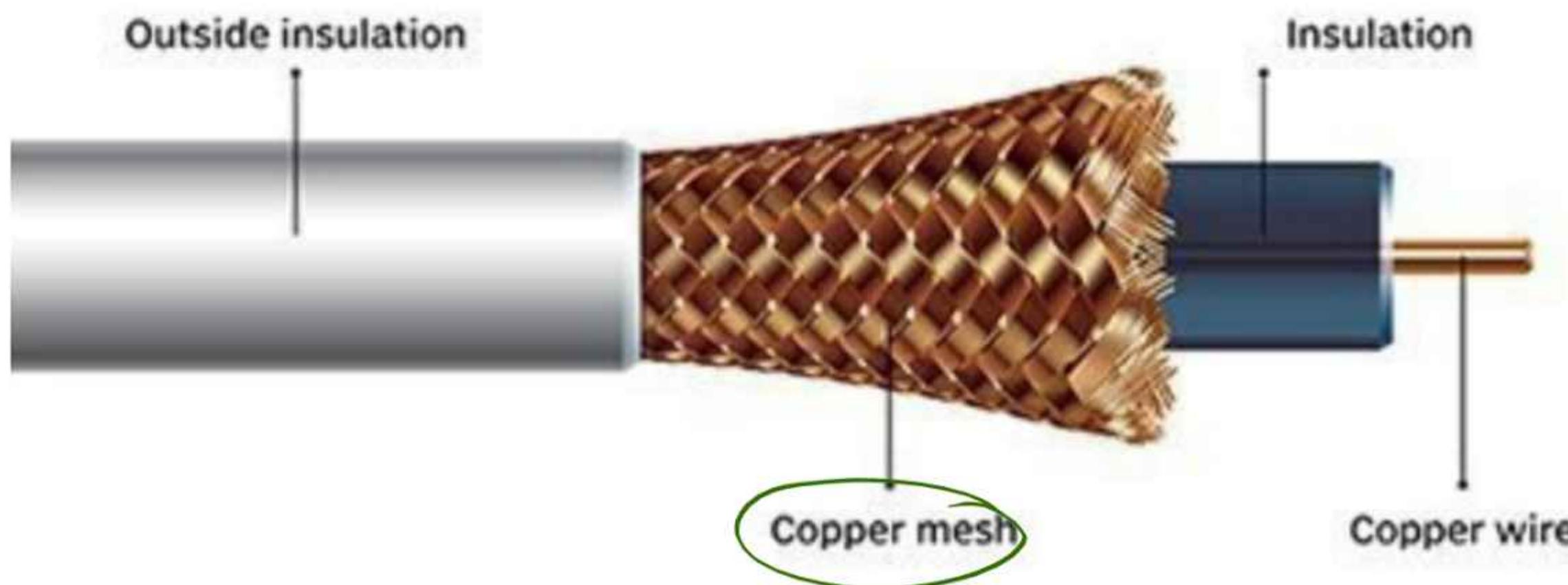


## → Coaxial Cable (कोएक्सियल केबल):

- Coaxial Cable एक प्रकार की ट्रांसमिशन केबल है जिसमें एक कॉपर कंडक्टर (Copper Conductor) होता है और उसे एक इंसुलेशन लेयर, मेटलिक शील्ड (Shield), और बाहरी प्लास्टिक कवर से घेरा जाता है।
- Coaxial Cable is a type of transmission cable that consists of a copper conductor surrounded by an insulation layer, metallic shield, and outer plastic cover.
- इसे “Coaxial” इसलिए कहा जाता है क्योंकि इसका Inner Conductor और Outer Shield एक ही Axis (धुरी) पर होते हैं।
- It is called "coaxial" because its inner conductor and outer shield are on the same axis.



## Coaxial cable







## Structure:

### (1.) Copper Wire (कॉपर वायर / Inner Conductor):

- यह बीच का पतला तार होता है।
- This is the thin middle wire.
- इसी से असली डेटा या सिग्नल ट्रांसमिट होता है।
- The actual data or signal is transmitted through this.

### (2.) Insulation (इंसुलेशन परत):



- कॉपर वायर को चारों ओर से ढकती है।
- It covers the copper wire from all sides.
- यह सिग्नल को सुरक्षित रखती है और Outer Shield से अलग करती है।
- It keeps the signal safe and separates it from the Outer Shield.



### (3). Copper Mesh (कॉपर जाली / Metallic Shield):

- यह कॉपर या एल्युमिनियम की जाली होती है। ✓
- It is a mesh of copper or aluminium.
- इसका काम Noise (Electrical Interference) और Crosstalk को रोकना है। ✓
- Its job is to prevent noise (electrical interference) and crosstalk.

### (4). Outside Insulation (बाहरी परत / Outer Jacket):

- यह प्लास्टिक या रबर की बनी होती है। ✓
- It is made of plastic or rubber.
- पूरी केबल को Physical Damage (भौतिक नुकसान) से बचाती है। ✓
- It protects the entire cable from physical damage.



### Advantages of Coaxial Cable (फायदे)

- **High Bandwidth:** ज्यादा डेटा ट्रांसमिट कर सकती है। ✓
- **Noise Resistance:** Metallic Shield की वजह से Noise और Interference कम होता है। ✓
- **Durability:** मजबूत होती है और लंबे समय तक चलती है। ✓
- **Long Distance Transmission:** UTP की तुलना में ज्यादा दूरी तक काम करती है। ✓

### Disadvantages of Coaxial Cable (नुकसान)

- **Expensive:** UTP से महंगी होती है। ✓
- **Bulky:** मोटी होती है और ज्यादा जगह लेती है। ✓
- **Less Flexible:** मोड़ने और इंस्टॉल करने में कठिनाई होती है। ✓
- **Difficult to Maintain:** खराब होने पर रिपेयर करना मुश्किल है। ✓

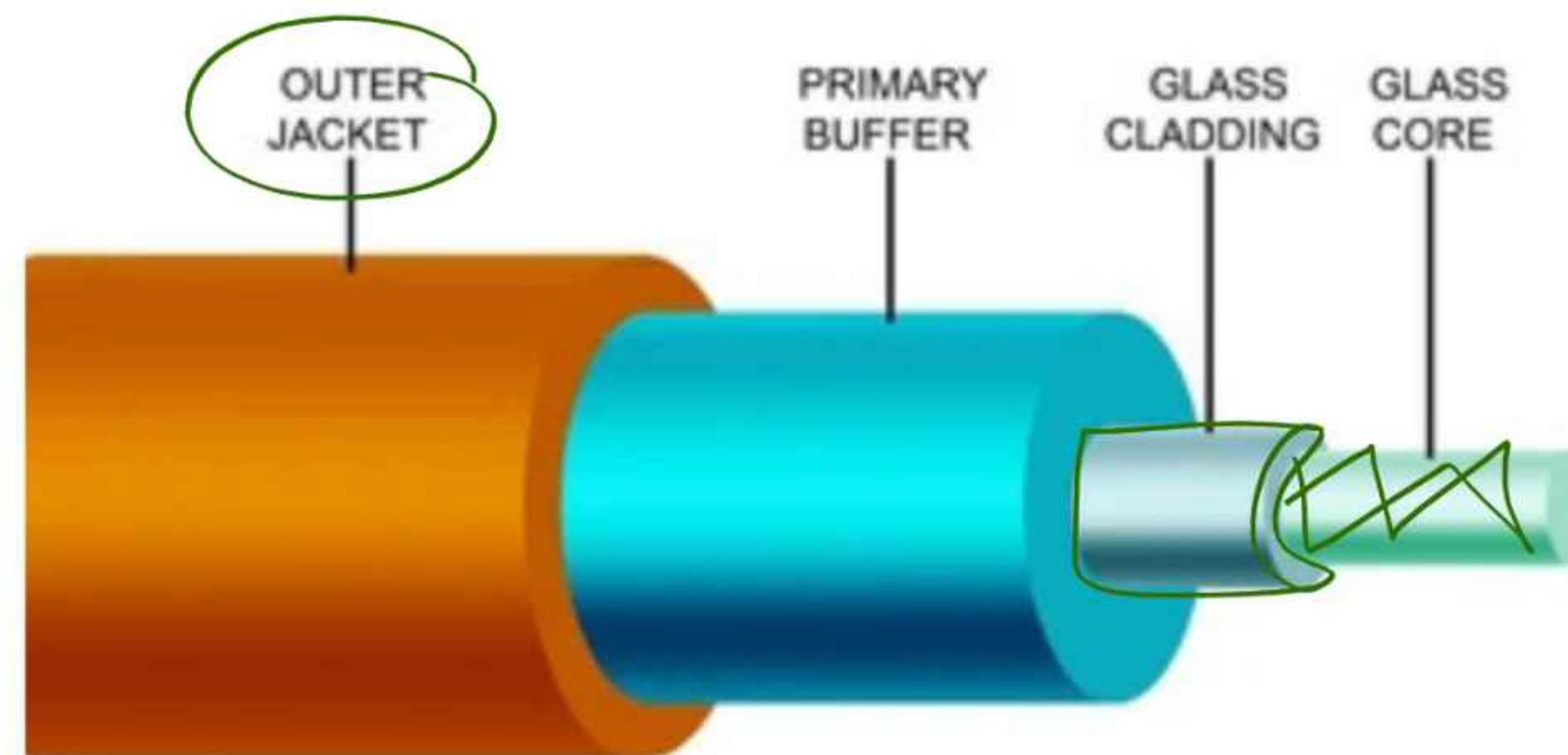


## → Fiber Optic Cable (फाइबर ऑप्टिक केबल):

- Fiber Optic Cable एक Guided Transmission Media है, जिसमें डेटा को Light Signals (प्रकाश संकेत) के रूप में ट्रांसमिट किया जाता है। यह केबल Glass (काँच) या Plastic Fibers से बनी होती है और बहुत High Speed और Long Distance Transmission के लिए इस्तेमाल होती है।
- Fiber Optic Cable is a Guided Transmission Media, in which data is transmitted in the form of Light Signals. This cable is made of Glass or Plastic Fibers and is used for very high speed and long distance transmission.



## Optical Fiber Cable





### Components of Optical Fiber Cable:

#### 1. Outer Jacket (आउटर जैकेट):

- यह सबसे बाहरी परत होती है। Plastic (PVC, Polyethylene) या Rubber से बनी होती है।
- This is the outermost layer. It is made of plastic (PVC, Polyethylene) or rubber.
- काम: Fiber को धूल, पानी, नमी, तापमान, कटने और फटने से बचाना।

#### 2. Primary Buffer (प्राइमरी बफर कोटिंग)

- Outer Jacket के अंदर होती है। यह Soft Plastic या Polymer की Layer होती है।
- It is inside the outer jacket. It is a layer of soft plastic or polymer.
- काम: Fiber को Physical Damage और Pressure से बचाना।

#### 3. Glass Cladding (ग्लास क्लैडिंग)

- यह Core के चारों तरफ की Glass Layer है। Refractive Index Core से कम होता है।
- This is the glass layer around the core. The refractive index is lower than the core.
- काम: Total Internal Reflection करवाना, ताकि Light Signal Core से बाहर न निकले।



#### 4. Glass Core (ग्लास कोर)

- Optical Fiber का सबसे Important हिस्सा यह एक Thin Glass Cylinder होता है।
- The most important part of optical fiber. It is a thin glass cylinder.
- काम: इसी में Data Light Signal के रूप में Travel करता है।

→ Wires → transmission media



### Advantages of Optical Fiber Cable (फायदे)

1. High Bandwidth (उच्च बैंडविड्थ) → बहुत ज्यादा Data एक साथ Transfer कर सकता है।
2. Faster Speed (तेज़ गति) → Light Signal पर Data Travel करता है, Speed Gbps तक पहुँच सकती है।
3. Long Distance Transmission (लंबी दूरी तक ट्रांसमिशन) → बिना Signal Loss के कई Km तक Data भेज सकता है।
4. No Electromagnetic Interference (Noise Free) → Signal पर Magnetic Field और Electrical Noise का असर नहीं होता।
5. High Security (सुरक्षा) → Data Hack या Tap करना बहुत मुश्किल है।
6. Lightweight and Thin (हल्का और पतला) → Copper Cable से हल्का और पतला होता है, Carry और Install करना आसान।



### Disadvantages of Optical Fiber Cable (नुकसान):

1. **Expensive** (महंगा) → Cost Copper Cable से बहुत ज्यादा है।
2. **Fragile** (नाज़ुक) → Glass से बना होने के कारण आसानी से टूट जाता है।
3. **Complex Installation** (जटिल इंस्टॉलेशन) → Special Equipment और Expert की ज़रूरत होती है।
4. **Difficult to Repair** (मरम्मत कठिन) → Break होने पर Repair करना मुश्किल और महंगा है।
5. **Need Converters** (कन्वर्टर की ज़रूरत) → Light Signal को Convert करने के लिए Transmitter और Receiver चाहिए।



## → Unguided Transmission Media (बिनानिर्देशित माध्यम):

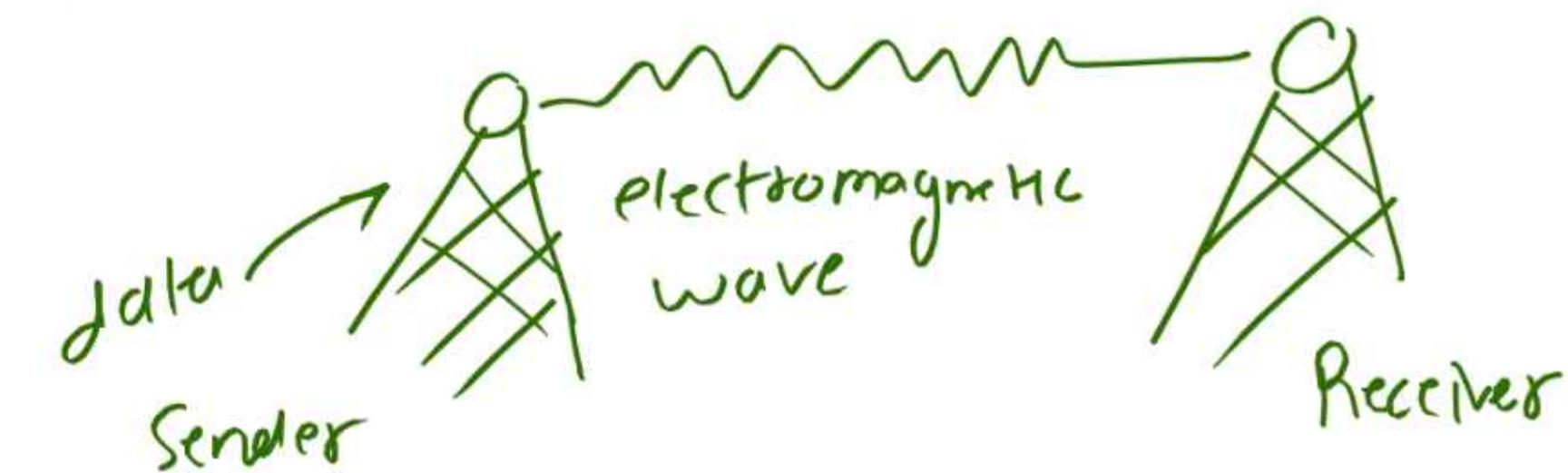
- Unguided Transmission Media ऐसे माध्यम होते हैं जिनमें Signal किसी Physical Cable (जैसे Copper, Coaxial, Fiber Optic) से होकर नहीं जाता, बल्कि हवा (Air), Vacuum या Water में Electromagnetic Waves के रूप में Travel करता है। इन्हें हम Wireless Media भी कहते हैं।
- Unguided Transmission Media are such mediums in which the signal does not travel through any physical cable (such as Copper, Coaxial, Fiber Optic) but travels in the form of electromagnetic waves in air, vacuum or water. We also call them Wireless Media.





## → Radio Waves (रेडियो तरंगें):

- Radio Waves एक प्रकार की Electromagnetic Waves हैं जिनकी Frequency लगभग 3 kHz से 300 GHz तक होती है।
- Radio Waves are a type of Electromagnetic Waves whose frequency ranges from about 3 kHz to 300 GHz.
- इनका इस्तेमाल Wireless Communication जैसे Radio, TV, Mobile Communication, Satellite Transmission, Wi-Fi आदि में किया जाता है।
- They are used in wireless communication such as radio, TV, mobile communication, satellite transmission, Wi-Fi etc.





## → Characteristics of Radio Waves (विशेषताएँ):

### (1). Frequency Range:

- 3 kHz से 300 GHz तक।

### (2). Wavelength Range:

- 1 mm से 100 km तक।

### (3). Propagation:

- यह वायु, इमारतों, पेड़ों और वातावरण से होकर Travel कर सकती हैं।

### (4). Omnidirectional:

- Radio Waves को किसी Direction में भेजना आसान है और ये 360° (हर दिशा) में फैल सकती हैं।

### (5). Low Energy:

- इनकी Energy कम होती है, इसलिए Health के लिए खतरनाक नहीं होती (Microwave और X-ray की तुलना में)।



### Working of Radio Waves (काम करने का तरीका):

- सबसे पहले Transmitter Antenna Information को Radio Signal में Convert करता है।
- First of all the Transmitter Antenna converts the information into Radio Signal.
- Radio Signal हवा में Electromagnetic Wave के रूप में Travel करता है।
- Radio Signal travels in the air as Electromagnetic Wave.
- Receiver Antenna उस Signal को Receive करके फिर से Original Information (Audio, Video, Data) में बदल देता है।
- Receiver Antenna receives that signal and converts it back into Original Information (Audio, Video, Data).



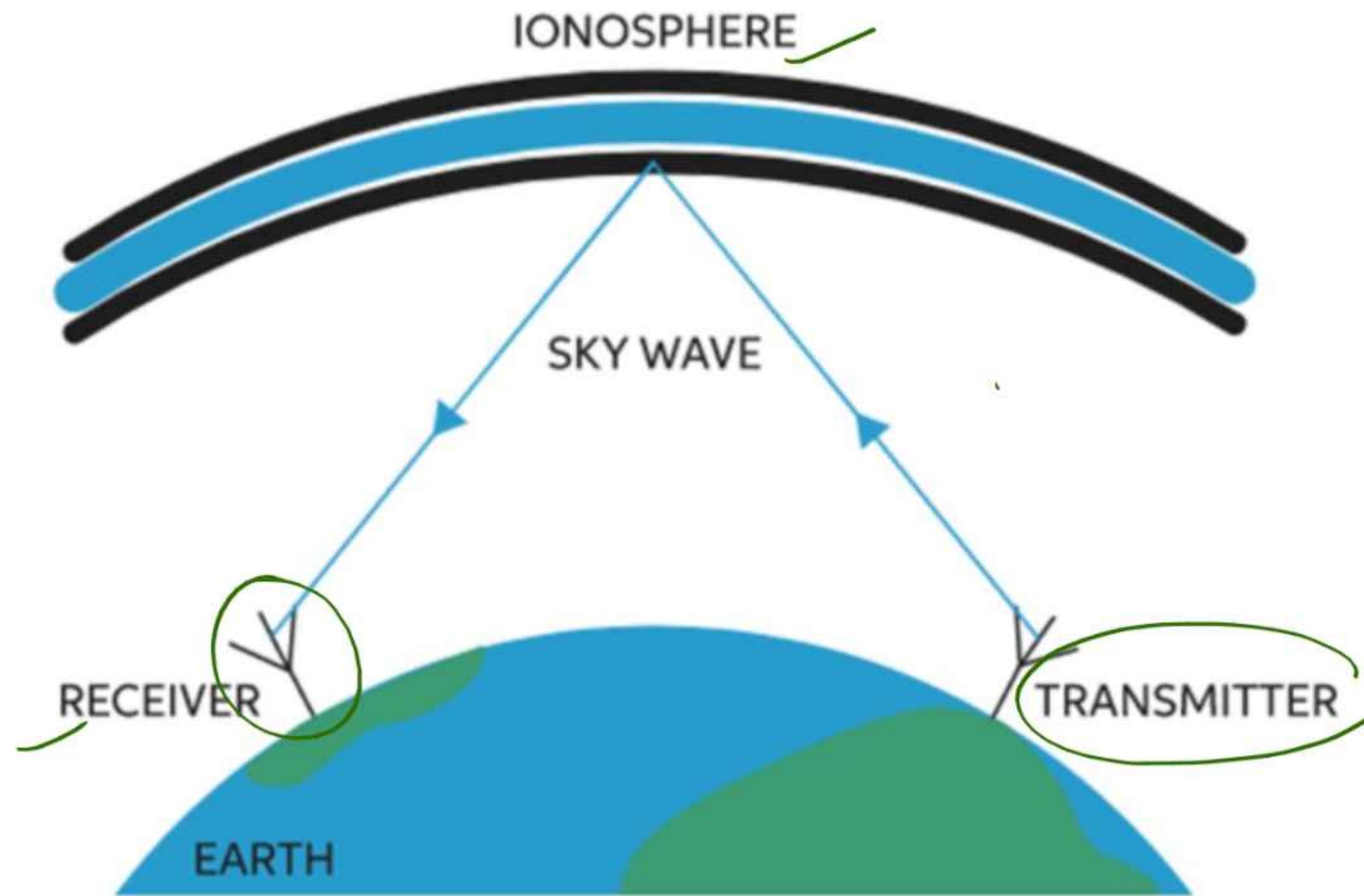
### Uses of Radio Waves (उपयोग):

- Radio Broadcasting → FM/AM Radio Channels में।
- Television Transmission → TV Signal को Broadcast करने में।
- Mobile Communication → Mobile Phones में Voice और Data Transmission के लिए।
- Wi-Fi & Bluetooth → Short Range Wireless Communication में।
- Satellite Communication → Satellites और Earth Stations के बीच Signal Transfer के लिए।
- Navigation Systems → GPS और Aeroplane Communication में।



## → HF (High Frequency – उच्च आवृत्ति):

- HF एक Radio Frequency Band है जिसकी Range 3 MHz से 30 MHz तक होती है।
- HF is a radio frequency band whose range is from 3 MHz to 30 MHz.
- इसे Shortwave Band भी कहा जाता है क्योंकि इसकी Wavelength 10 मीटर से 100 मीटर के बीच होती है।
- It is also called shortwave band because its wavelength is between 10 meters to 100 meters.
- HF Signals हवा और वातावरण (Ionosphere) से Reflect होकर बहुत दूर तक Travel कर सकते हैं।
- HF signals can travel very far by reflecting from air and atmosphere (ionosphere).





### Properties of HF (विशेषताएँ):

(1). Frequency Range: 3 MHz – 30 MHz

(2). Wavelength Range: 10 m – 100 m

#### (3). Propagation:

- HF Signals Ionosphere से Reflect होकर हजारों Km दूर तक जा सकते हैं → इसे Sky Wave Propagation कहते हैं। यही कारण है कि Radio Stations दुनिया के एक कोने से दूसरे कोने तक सुने जा सकते हैं।
- HF Signals can reflect from the Ionosphere and travel thousands of kilometers → This is called Sky Wave Propagation. This is the reason why radio stations can be heard from one corner of the world to another.

#### (4). Noise Sensitivity:

- Atmosphere (Thunderstorm, Weather) से Noise का असर HF Signals पर ज्यादा होता है।
- Noise from the atmosphere (thunderstorm, weather) has a greater effect on HF signals.

**Bandwidth:**

- Medium Bandwidth → Voice Transmission और Low-Speed Data Communication के लिए Best!
- Medium Bandwidth → Best for voice transmission and low-speed data communication.



### Advantages of HF (फायदे):

- Long Distance Communication बिना Satellite के।
- Ionosphere Reflection के कारण Signals हजारों Km तक पहुँचते हैं।
- Equipment Comparatively Cheap।
- Military और Emergency Communication में Reliable।
- Long Distance Communication without Satellite.
- Signals reach thousands of Km due to Ionosphere Reflection.
- Equipment comparatively cheap.
- Reliable in Military and Emergency Communication.



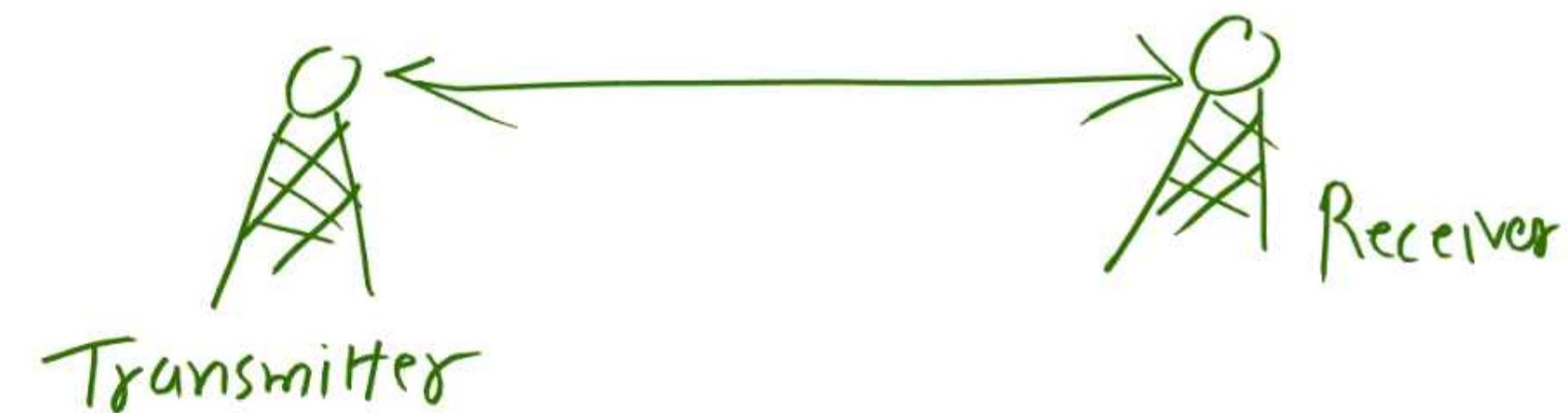
### Disadvantages of HF (नुकसान):

- Limited Bandwidth → High-Speed Internet/Data के लिए उपयुक्त नहीं।
- Noise और Weather Disturbance का असर ज्यादा।
- Signal Quality VHF और UHF जितनी Clear नहीं।
- Voice Transmission possible है, लेकिन Video/Data Transmission बहुत Slow।
- Limited Bandwidth → Not suitable for high-speed internet/data.
- Noise and weather disturbance have greater effect.
- Signal quality is not as clear as VHF and UHF.
- Voice transmission is possible, but video/data transmission is very slow.



## → VHF (Very High Frequency – बहुत उच्च आवृत्ति)

- VHF एक Radio Frequency Band है जिसकी Range 30 MHz से 300 MHz तक होती है।
- VHF is a radio frequency band whose range is from 30 MHz to 300 MHz.
- इसकी Wavelength 1 मीटर से 10 मीटर के बीच होती है।
- Its wavelength is between 1 meter to 10 meters.
- VHF Signals ज्यादातर Line-of-Sight (सीधी रेखा में) Travel करते हैं, यानी यह Curve करके नहीं जाते।
- VHF signals mostly travel in line-of-sight (straight line), that is, they do not curve.





## Properties of VHF (विशेषताएँ):

(1). Frequency Range: 30 MHz – 300 MHz

(2). Wavelength Range: 1 m – 10 m

(3). Propagation:

- VHF Signals Atmosphere से Reflect नहीं होते। ये ज्यादातर Line-of-Sight Communication के लिए Best हैं। यानी Transmitter और Receiver के बीच कोई Obstacle (जैसे पहाड़, इमारत) नहीं होना चाहिए।
- VHF signals do not reflect from the atmosphere. These are mostly best for line-of-sight communication. That is, there should not be any obstacle (like mountain, building) between the transmitter and receiver.

(4). Noise Sensitivity:

- HF से कम Noise और Disturbance का असर। Sound Quality साफ और Better होती है।
- Less noise and disturbance effect than HF. Sound quality is clear and better.



### (5). Bandwidth:

- HF से ज्यादा Bandwidth Provide करता है → Voice और Data Transmission दोनों के लिए।
- Provides more bandwidth than HF → for both voice and data transmission. ✓



### Advantages of VHF (फायदे):

- HF से ज्यादा Clear और Noise Free Signal। ✓
- FM Radio और TV Broadcast के लिए Best Quality। ✓
- Bandwidth ज्यादा होने से Voice और Data Transmission दोनों संभव। ✓
- Equipment HF और UHF की तुलना में सस्ता और Reliable। ✓
- Clearer and noise free signal than HF.
- Best quality for FM radio and TV broadcast.
- Higher bandwidth makes both voice and data transmission possible.
- Equipment cheaper and reliable than HF and UHF.



### Disadvantages of VHF (नुकसान):

- केवल Line-of-Sight Communication.
  - Hill, Building जैसी Obstacles Signal Block कर सकती हैं।
  - Ionosphere से Reflect नहीं होते.
  - HF जितनी Coverage Area नहीं होती।
- 
- Line-of-Sight Communication only.
  - Obstacles like hills and buildings can block the signal.
  - Does not reflect from the ionosphere.
  - Not as much coverage area as HF.



## → UHF (Ultra High Frequency – अल्ट्रा उच्च आवृत्ति):

- UHF एक Radio Frequency Band है जिसकी Range 300 MHz से 3 GHz (3000 MHz) तक होती है।
- UHF is a radio frequency band with a range of 300 MHz to 3 GHz (3000 MHz).
- इसकी Wavelength 10 सेंटीमीटर से 1 मीटर के बीच होती है।
- Its wavelength is between 10 centimeters to 1 meter.
- UHF Signals भी मुख्य रूप से Line-of-Sight (सीधी रेखा में) Travel करते हैं और ये Short Distance Communication के लिए सबसे Best माने जाते हैं।
- UHF signals also travel mainly in line-of-sight (straight line) and are considered best for short distance communication.



## Properties of UHF (विशेषताएँ):

(1). Frequency Range: 300 MHz – 3 GHz

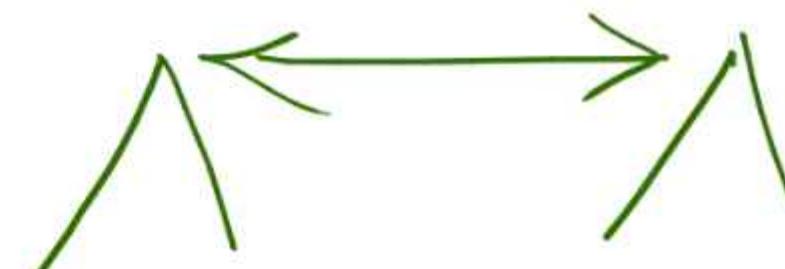
(2). Wavelength Range: 10 cm – 1 m

(3). Propagation:

- केवल Line-of-Sight में काम करता है। Hills, Buildings जैसी Obstacles से Signal आसानी से Block हो जाते हैं
- Works only in Line-of-Sight. Signals are easily blocked by obstacles such as hills and buildings

(4). Signal Quality:

- High Quality Voice और Video Transmission. HF और VHF से ज्यादा Bandwidth।
- High quality voice and video transmission. More bandwidth than HF and VHF.





### → Advantages of UHF (फायदे):

1. High Bandwidth → Voice, Video और Data Transmission आसान।
2. Good Signal Quality → Digital TV, Mobile Network, Wi-Fi में High Clarity।
3. Better Penetration → Buildings और Indoor Areas में Signal बेहतर मिलता है।
4. Small Antennas Required (Portable Devices के लिए आसान)।

### → Disadvantages of UHF (नुकसान):

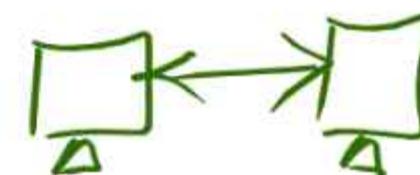
1. Short Range → Long Distance Communication के लिए Suitable नहीं।
2. Obstacle Sensitive → Hills और Tall Buildings से Signal आसानी से Block हो जाते हैं।
3. Expensive Equipment → HF और VHF से Cost ज्यादा।
4. High Power Consumption → Mobile Devices जल्दी Battery Use करते हैं।

1m → 10m //



## Microwaves (माइक्रोवेव्स):

- Microwaves एक प्रकार की Electromagnetic Waves होती हैं जिनकी Frequency Range लगभग 1 GHz (1000 MHz) से 300 GHz तक होती है।
- Microwaves are a type of electromagnetic waves whose frequency range is approximately 1 GHz (1000 MHz) to 300 GHz.
- इनकी Wavelength 1 mm से 30 cm के बीच होती है।
- Their wave length is between 1 mm to 30 cm.
- Microwaves का उपयोग मुख्य रूप से Point-to-Point Communication, Satellite Communication और Radar Systems में किया जाता है।
- Microwaves are mainly used in Point-to-Point Communication, Satellite Communication and Radar Systems.





## Types of Microwaves Transmission (प्रकार):

### (1).Terrestrial Microwave:

- Point-to-Point Transmission Towers के बीच।
- Example: Mobile Phone Towers, TV Relay Towers।

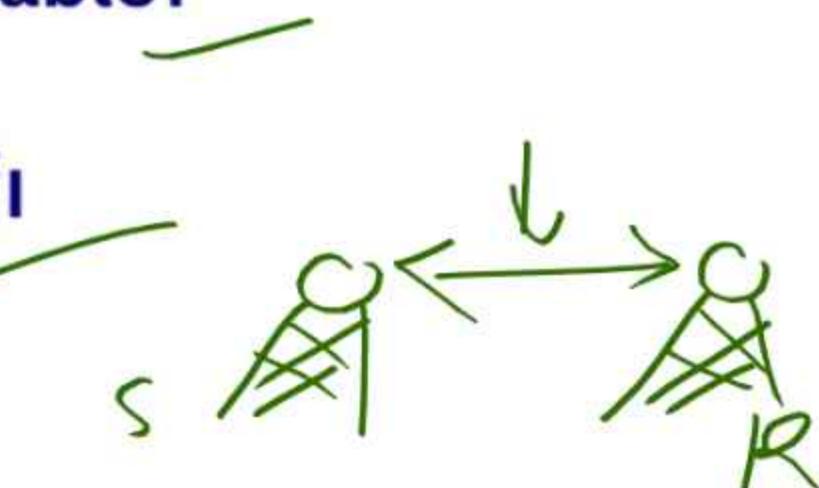
### (2).Satellite Microwave:

- Signals को Satellite तक भेजा जाता है और फिर Earth पर वापस लाया जाता है।
- Example: DTH, Satellite Phones, Internet।



## Advantages of Microwaves (फायदे):

- High Bandwidth: बहुत तेज़ Data Transmission Possible।
- Long Distance Communication: Satellite और Radar के लिए Suitable।
- Less Noise Interference: Signal Clear और Reliable।
- Multiplexing Support: एक साथ कई Channels को Carry कर सकते हैं।
- Small Antenna Size: Portable Devices के लिए Easy।



## Disadvantages of Microwaves (नुकसान):

- Line-of-Sight Requirement: Towers/Satellite और Receiver के बीच सीधा Path होना चाहिए।
- Obstacle Sensitive: Buildings, Hills, Rain, Fog से Signals Weak हो सकते हैं।
- High Cost: Satellite और Microwave Equipment बहुत महंगा।
- Health Issues (लंबे समय तक Exposure से): Human Health पर Negative Impact हो सकता है।



## → Ku Band (केयू बैंड): ✓

- Ku Band एक प्रकार का Microwave Frequency Band है जिसका उपयोग मुख्य रूप से Satellite Communication में किया जाता है।
- Ku Band is a type of Microwave Frequency Band which is mainly used in Satellite Communication.
- इसकी Frequency Range लगभग 12 GHz से 18 GHz तक होती है।
- Its frequency range is approximately from 12 GHz to 18 GHz.
- Ku Band का नाम जर्मन शब्द "Kurz-Untere" से लिया गया है, जिसका अर्थ है shorter-under band।
- The name Ku Band is derived from the German word "Kurz-Untere", which means shorter-under band.



## Properties of Ku Band (विशेषताएँ):

(1). Frequency Range: 12 GHz – 18 GHz ✓

(2). Wavelength Range: लगभग 1.7 cm – 2.5 cm ✓

(3). Propagation:

- Signals Atmosphere से गुजरते समय Rain, Clouds और Snow से प्रभावित होते हैं (Rain Fade Problem). High Quality Line-of-Sight Communication Provide करता है।
- Signals are affected by rain, clouds and snow while passing through the atmosphere (Rain Fade Problem). Provides high quality line-of-sight communication.

(4) Antenna Size:

- Ku Band में उपयोग होने वाली Dish Antenna का Size छोटा होता है (लगभग 0.9 m से 1.2 m)
- The size of the dish antenna used in Ku Band is small (about 0.9 m to 1.2 m) ✓



### (5). Coverage Area:

- Regional Communication के लिए Suitable. C Band की तरह Global Coverage नहीं देता।
- Suitable for regional communication. Does not provide global coverage like C Band.

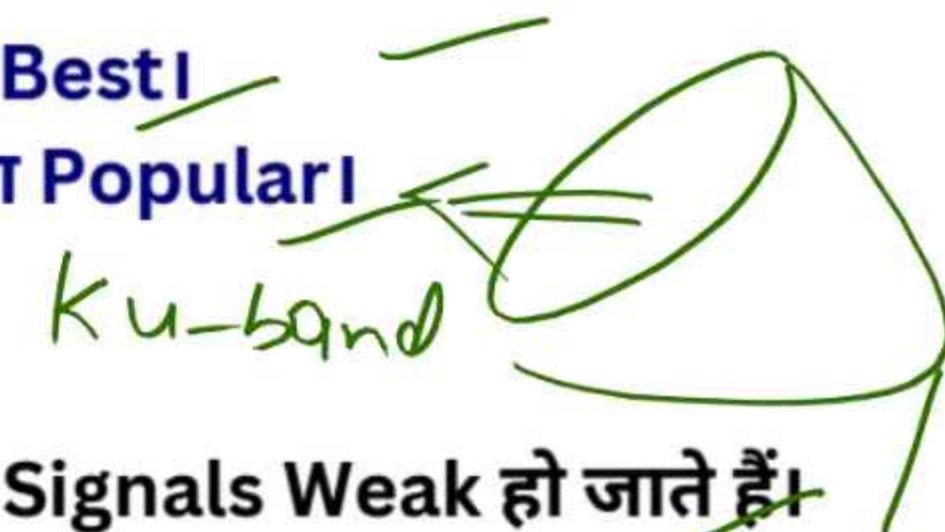


### Advantages of Ku Band (फायदे):

1. Smaller Antenna Size → Users को Easy Installation और कम जगह की जरूरत।
2. Higher Frequency → ज्यादा Bandwidth और Data Transmission Rate Possible।
3. Regional Coverage → Specific Country या Area के लिए Best।
4. Widely Used → DTH और Satellite Internet में सबसे ज्यादा Popular।

### Disadvantages of Ku Band (नुकसान):

1. Rain Fade Problem → Heavy Rain, Snow और Clouds से Signals Weak हो जाते हैं।
2. Limited Coverage → केवल Regional Communication के लिए Useful, Global Coverage नहीं।
3. Costly Equipment → Setup और Maintenance महंगा।
4. Interference → Weather Conditions और अन्य Signals से Interference Problem।





## टोपोलॉजी (Topology)

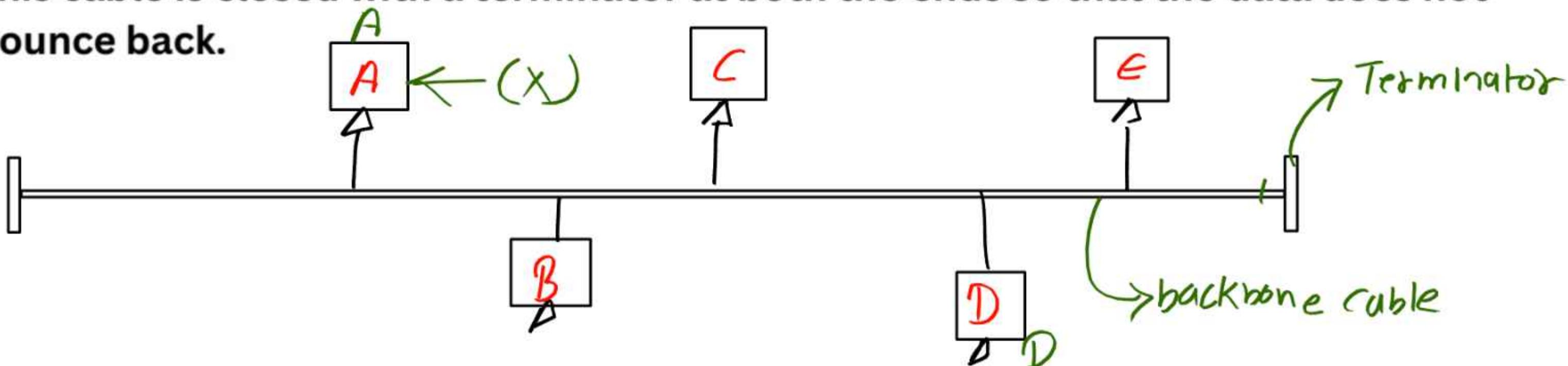
90 /

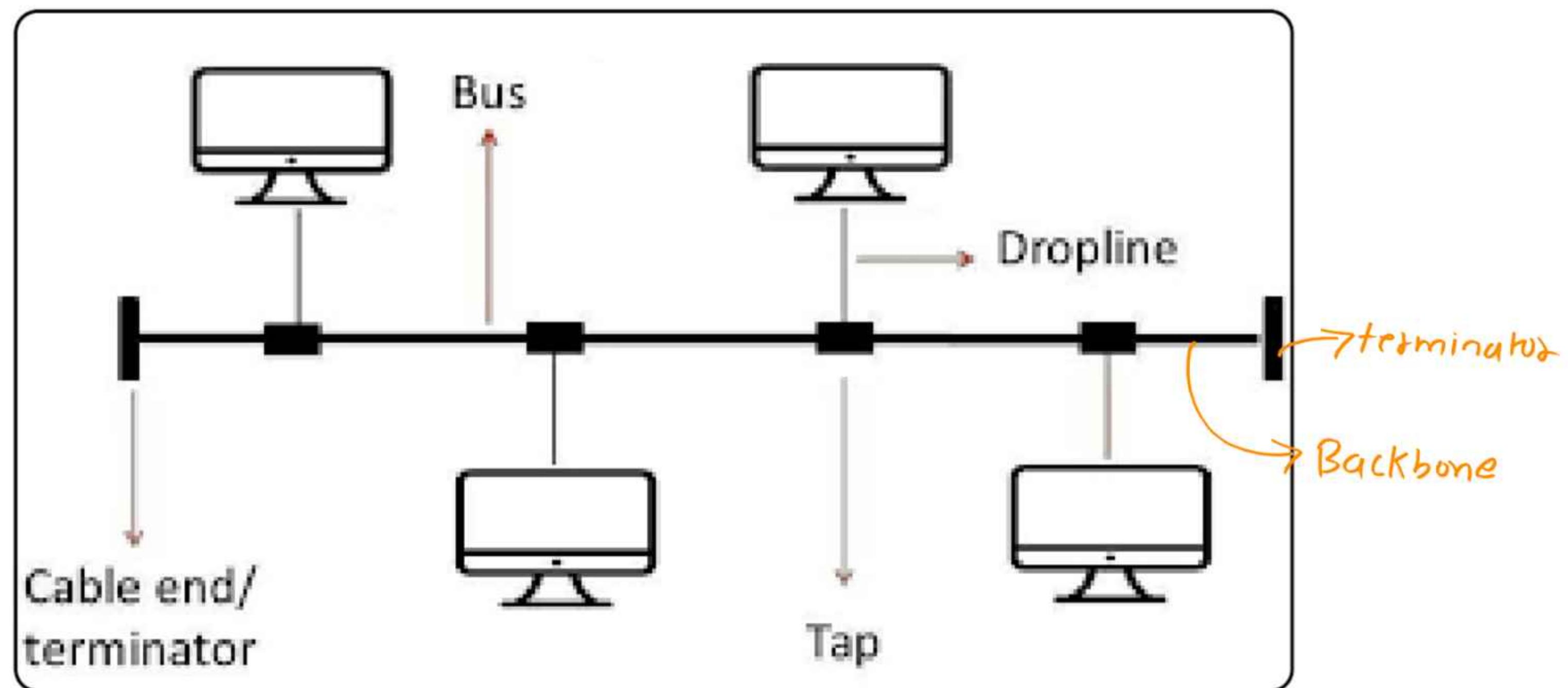
- “टोपोलॉजी वह तरीका है जिससे किसी नेटवर्क में मौजूद सभी कंप्यूटर और डिवाइस आपस में जुड़े होते हैं। यह नेटवर्क की संरचना (Structure) या डिज़ाइन (Design) को दर्शाती है और बताती है कि डेटा एक डिवाइस से दूसरे डिवाइस तक कैसे जाएगा।”
- “Topology is the way all the computers and devices in a network are connected to each other. It shows the structure or design of the network and how data will travel from one device to another.”



## Bus Topology:

- Bus Topology में सभी Computers और Network Devices एक सिंगल Communication Cable (Bus/Backbone Cable) से जुड़े होते हैं।
- In Bus Topology all the computers and network devices are connected to a single communication cable (Bus/Backbone Cable).
- यह Cable दोनों सिरों पर Terminator से बंद की जाती है ताकि Data वापस Bounce न हो।
- This cable is closed with a terminator at both the ends so that the data does not bounce back.







### Advantages of Bus Topology (फायदे):

- Simple Design → Structure आसान और समझने में आसान।
- Cost Effective → अन्य Topology की तुलना में कम केबल चाहिए।
- Easy to Install → छोटे Networks में आसानी से लगाया जा सकता है।
- Good for Small Networks → Limited Computers (10–15) तक ठीक से काम करता है।

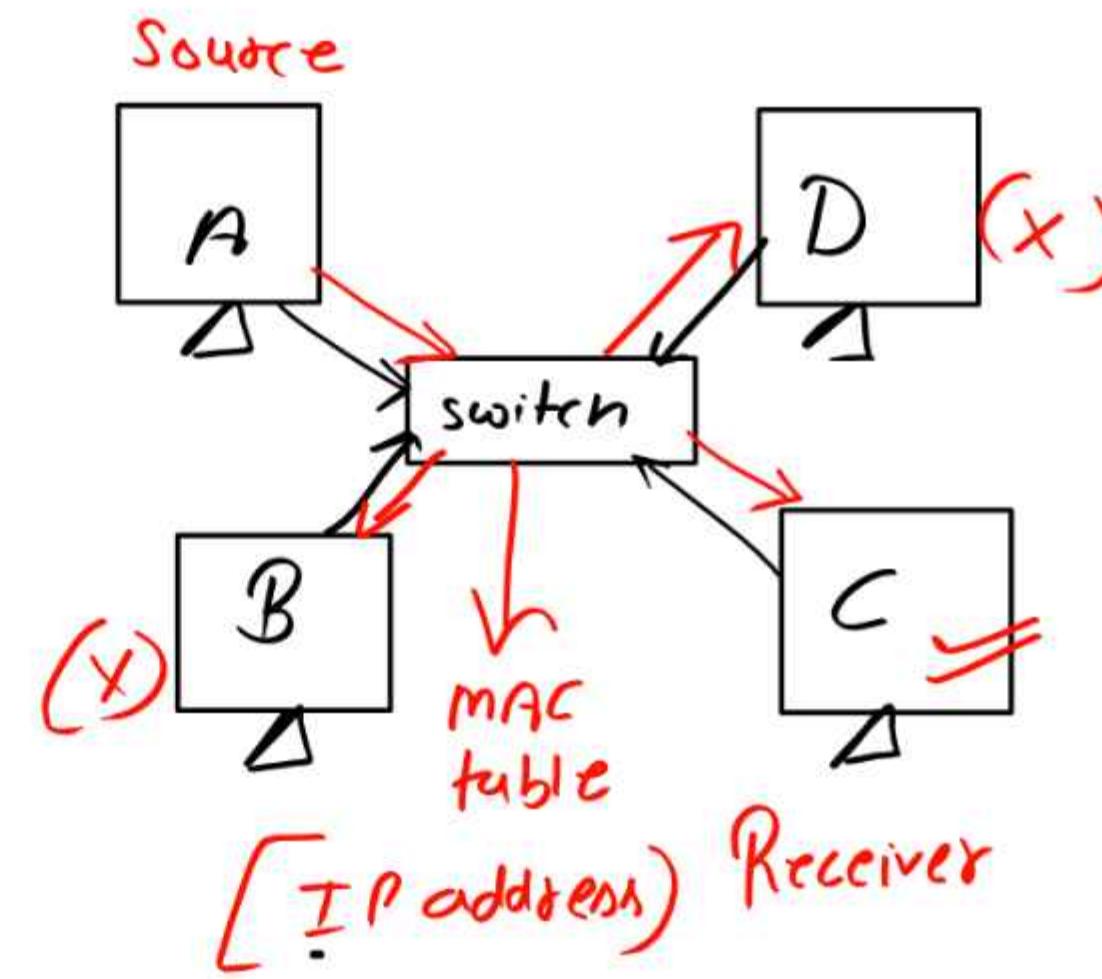
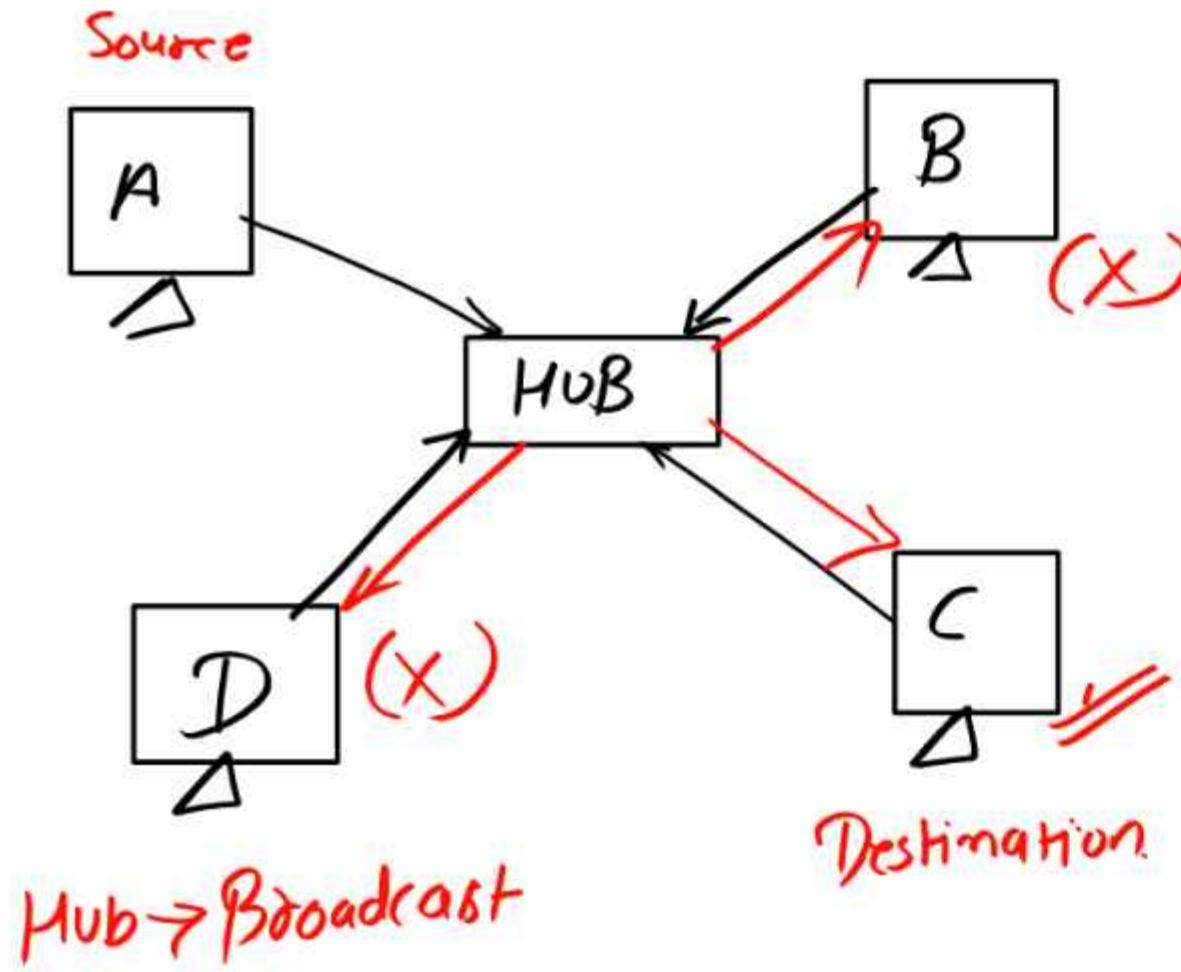
### Disadvantages of Bus Topology (नुकसान):

- Main Cable Failure → अगर Backbone Cable खराब हो जाए तो पूरा Network बंद।
- Difficult Troubleshooting → Problem का Source ढूँढ़ना मुश्किल।
- Limited Cable Length → Cable लंबी होगी तो Signal Weak हो जाता है।
- Not Scalable → बड़े Networks के लिए Suitable नहीं।
- Performance Issue → ज्यादा Computers जोड़ने पर Data Collision और Slow Speed की समस्या।

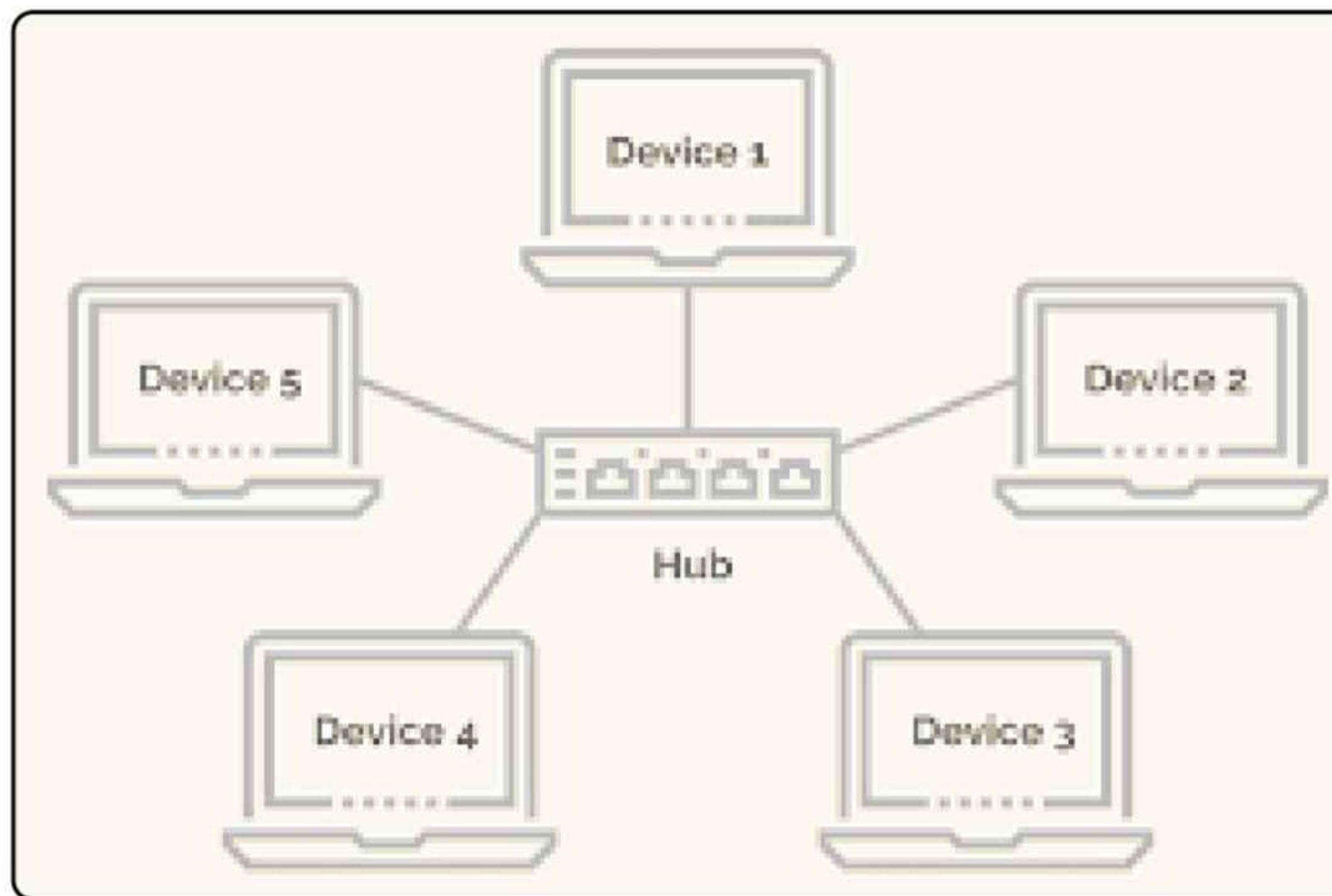


### Star Topology:

- Star Topology एक Network Topology है जिसमें सभी Computers और Devices एक Central Device (जैसे - Hub, Switch, या Router) से जुड़े रहते हैं।
- Star Topology is a network topology in which all computers and devices are connected to a central device (eg - Hub, Switch, or Router).
- हर Node (Computer) का Direct Connection Central Device से होता है।
- Every node (computer) has a direct connection to the central device.
- इसका Shape Star (तारे) की तरह दिखता है, इसलिए इसे Star Topology कहते हैं।
- Its shape looks like a star, so it is called Star Topology.



Switch → first time → broadcast  
 → second time → unicast





### Advantages of Star Topology (फायदे):

- Easy to Manage → Problem किसी एक Computer में हो तो बाकी पर असर नहीं।
- High Performance → Data Directly Destination तक जाता है, Collision कम होता है।
- Easy Troubleshooting → Faulty Computer को जल्दी Identify किया जा सकता है।
- Scalability → नए Computers आसानी से जोड़े जा सकते हैं।
- Reliability → किसी एक Cable का खराब होना पूरे Network को प्रभावित नहीं करता।

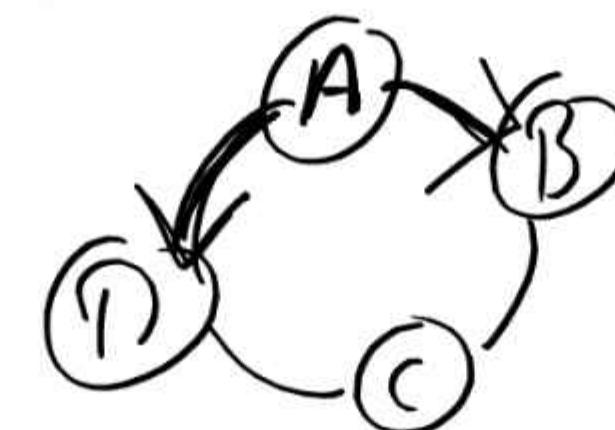
### Disadvantages of Star Topology (नुकसान):

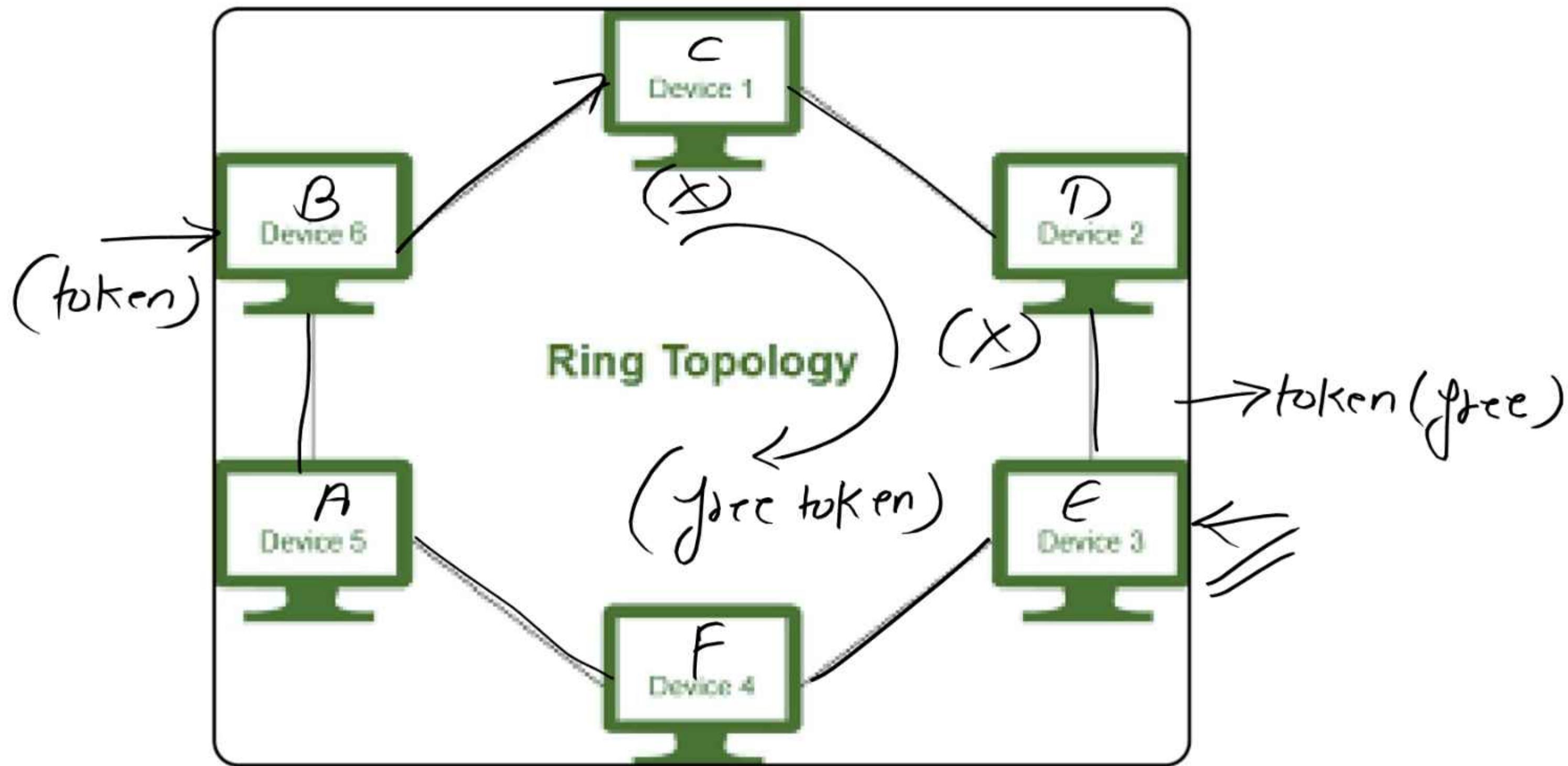
- Central Device Dependency → अगर Hub/Switch खराब हो जाए तो पूरा Network बंद।
- High Cost → हर Computer के लिए अलग Cable चाहिए।
- More Cables Required → Installation में ज्यादा Wires लगती हैं।
- Limited Distance → Cable Length बढ़ने पर Signal Weak हो सकता है।



### Ring Topology:

- Ring Topology एक Network Topology है जिसमें सभी Computers और Devices एक-दूसरे से Circular Path (वृत्ताकार पथ) में जुड़े रहते हैं।
- Ring Topology is a network topology in which all the computers and devices are connected to each other in a circular path.
- हर Node अपने अगले Node से जुड़ा होता है और Data एक दिशा (Clockwise या Anti-clockwise) में घूमता हुआ Destination तक पहुँचता है।
- Every node is connected to its next node and the data moves in one direction (clockwise or anti-clockwise) and reaches the destination.







### Advantages of Ring Topology (फायदे):

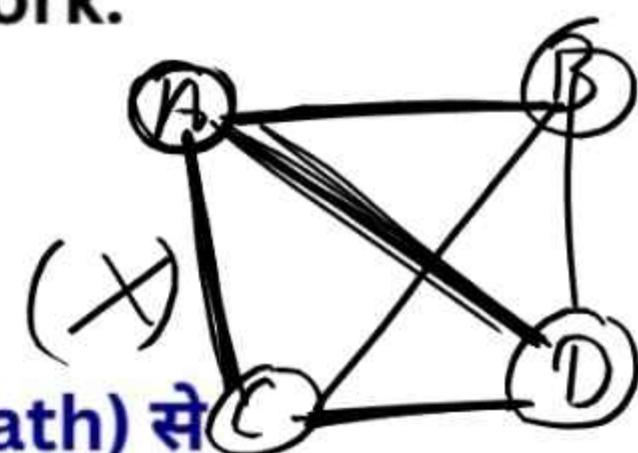
- Equal Access → हर Computer को Data Send करने का Equal मौका मिलता है।
- No Collision → Data एक समय में केवल एक दिशा में Move करता है, इसलिए Collision नहीं होता।
- Performance → जब Network छोटा हो तो Performance अच्छी रहती है।
- Predictable Data Flow → Data एक Fixed Path से चलता है।





## Mesh Topology:

- Mesh Topology एक ऐसी Network Topology है जिसमें हर Computer/Device सीधे तौर पर Network के बाकी सभी Computers/Devices से जुड़ा होता है।
- Mesh Topology is a network topology in which every computer/device is directly connected to all other computers/devices in the network.
- मतलब हर Node के बीच Direct Link होता है।
- This means that there is a direct link between every node.
- इस वजह से अगर एक Link Fail हो जाए तो Data दूसरे रास्ते (Alternative Path) से Destination तक पहुँच सकता है।
- This is why if a link fails, the data can reach the destination through another path (alternative path).

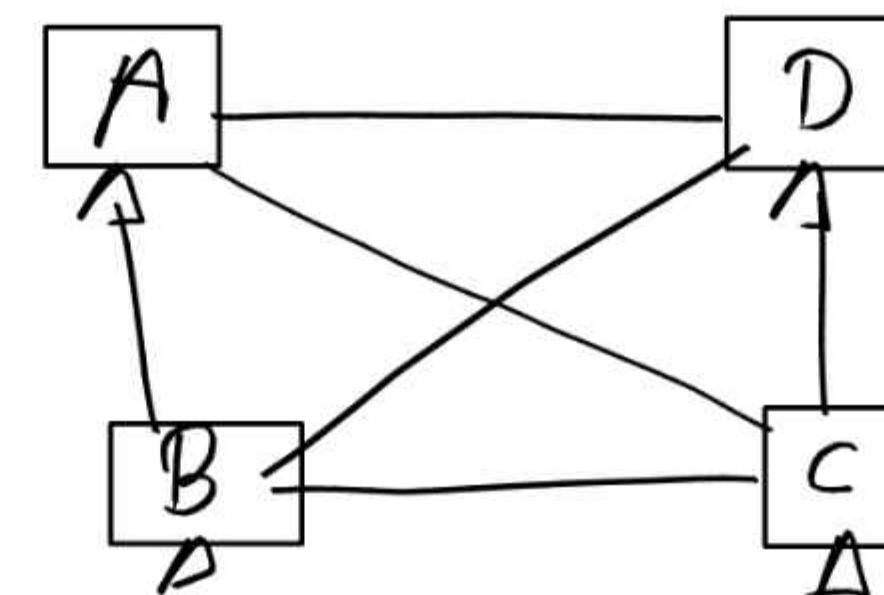




## → Types of Mesh Topology (प्रकार):

### (1). Full Mesh Topology:

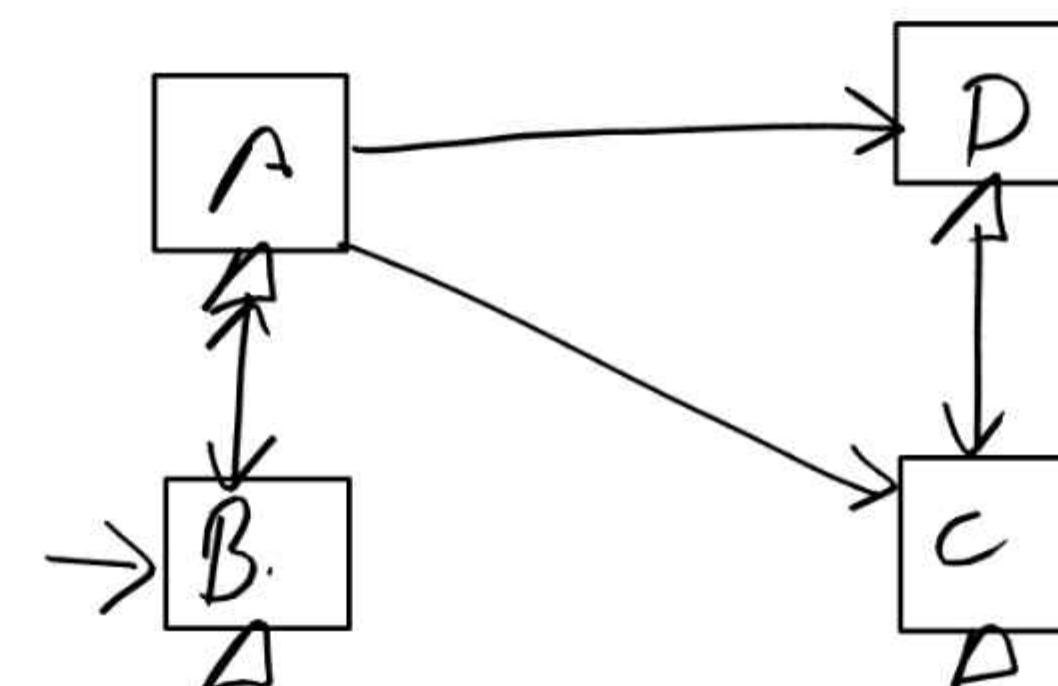
- Full Mesh Topology एक ऐसी Network Topology है जिसमें हर Computer (Node) सीधे तौर पर बाकी सभी Computers से जुड़ा होता है। मतलब अगर Network में n Computers हैं तो हर Node का Connection  $n-1$  Nodes से होगा।
- Full Mesh Topology is such a network topology in which every computer (node) is directly connected to all the other computers. Meaning if there are n computers in the network, then every node will have connection with  $n-1$  nodes.





## (2). Partial Mesh Topology:

- Partial Mesh Topology एक ऐसी Network Topology है जिसमें हर Computer/Node बाकी सभी Nodes से Directly Connected नहीं होता, बल्कि केवल कुछ Important या High Priority Nodes से जुड़ा होता है।
- Partial Mesh Topology is a network topology in which every computer/node is not directly connected to all the other nodes, but is connected only to some important or high priority nodes.





### Advantages of Mesh Topology (फायदे):

#### High Reliability :

- एक Link Fail होने पर Data दूसरे Path से पहुँच जाता है।
- If a link fails, data reaches through another path.

#### Robustness :

- Fault Tolerant (Error या Failure से प्रभावित नहीं होता)।
- Fault Tolerant (not affected by error or failure).

#### Easy Troubleshooting:

- Faulty Link को जल्दी Identify किया जा सकता है।
- Faulty links can be identified quickly.

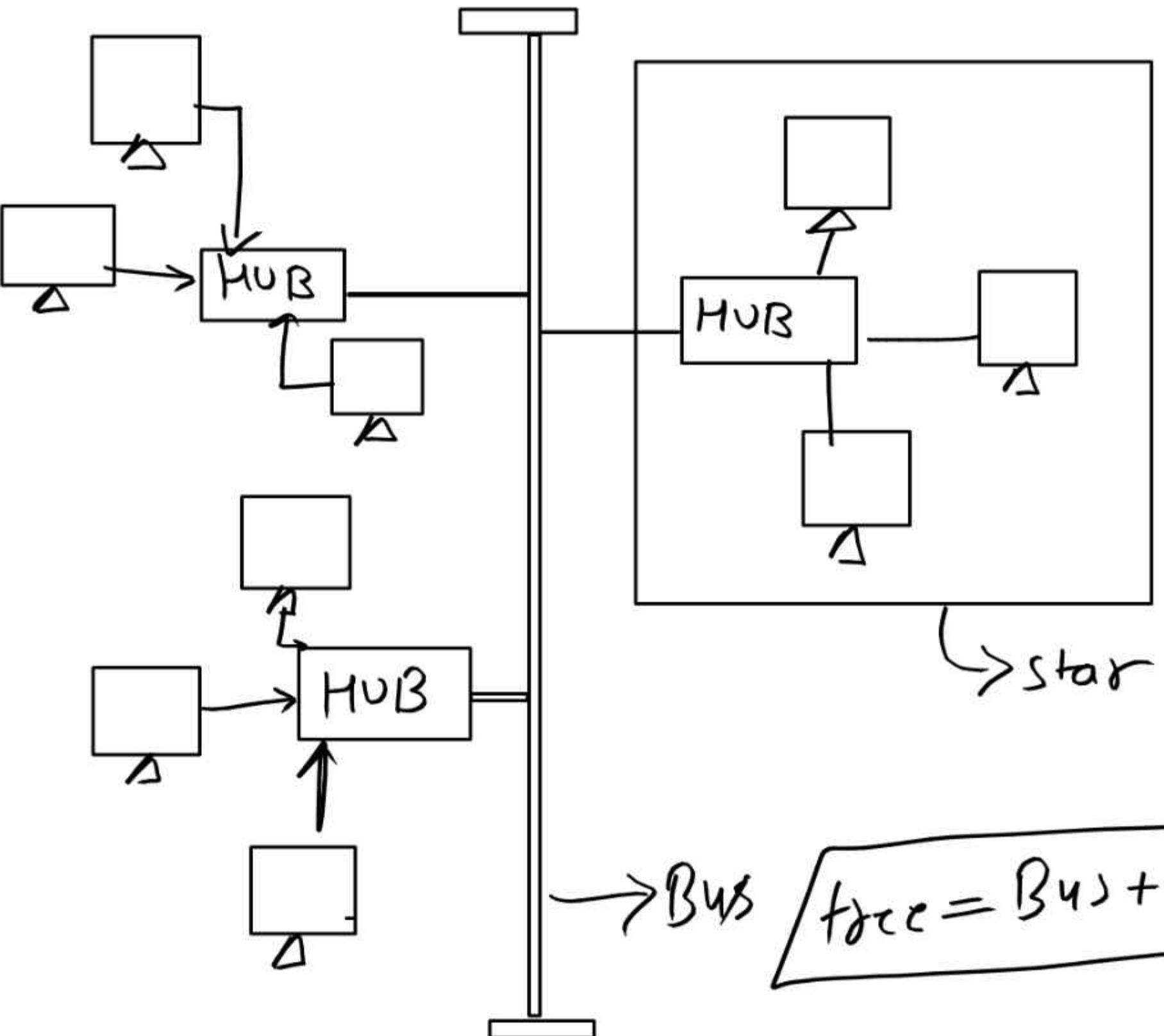
#### No Traffic Problem:

- हर Node का Direct Connection होता है, इसलिए Data Collision नहीं होता।
- Every node has a direct connection, so there is no data collision.

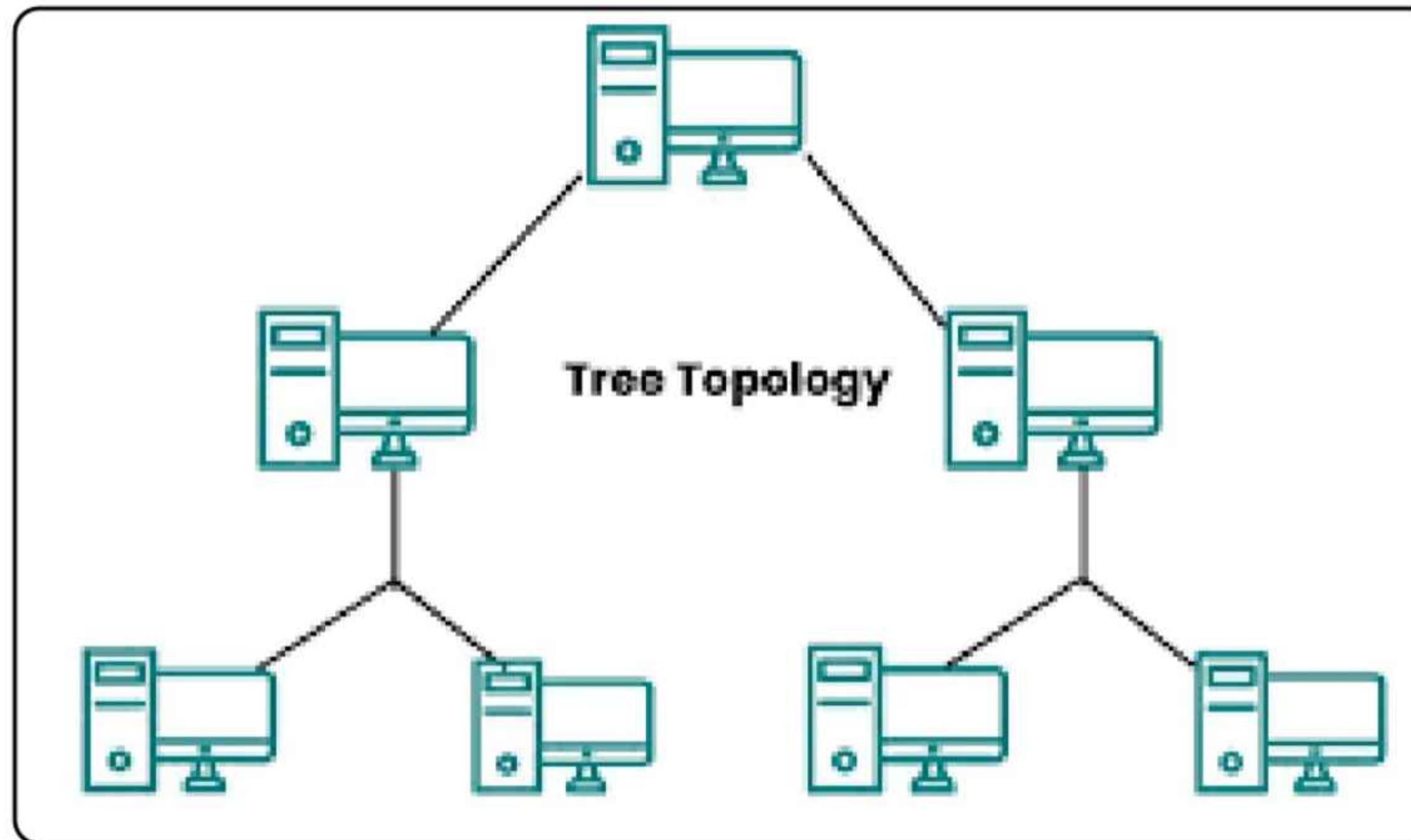


### Tree Topology:

- Tree Topology एक ऐसी Network Topology है जिसमें Star Topology और Bus Topology का मिश्रण (Combination) होता है।
- Tree Topology is a network topology that is a combination of Star Topology and Bus Topology.
- इसमें Computers को Hierarchical Structure (पदानुक्रम संरचना) में जोड़ा जाता है, जो बिल्कुल पेड़ (Tree) जैसा दिखता है।
- In this, computers are connected in a hierarchical structure, which looks exactly like a tree.



$$f_{\text{tree}} = B_{\text{bus}} + \text{Star}$$





### Advantages of Tree Topology (फायदे):

- Scalability → नए Nodes को आसानी से जोड़ा जा सकता है।
- Hierarchical Management → Network को Levels में Manage करना आसान होता है।
- Fault Isolation → किसी Branch में Fault हो तो बाकी Branches प्रभावित नहीं होतीं।
- Combination Benefits → Star और Bus दोनों की खूबियाँ मिलती हैं।
- Suitable for Large Networks → बड़े और जटिल नेटवर्क के लिए उपयोगी।

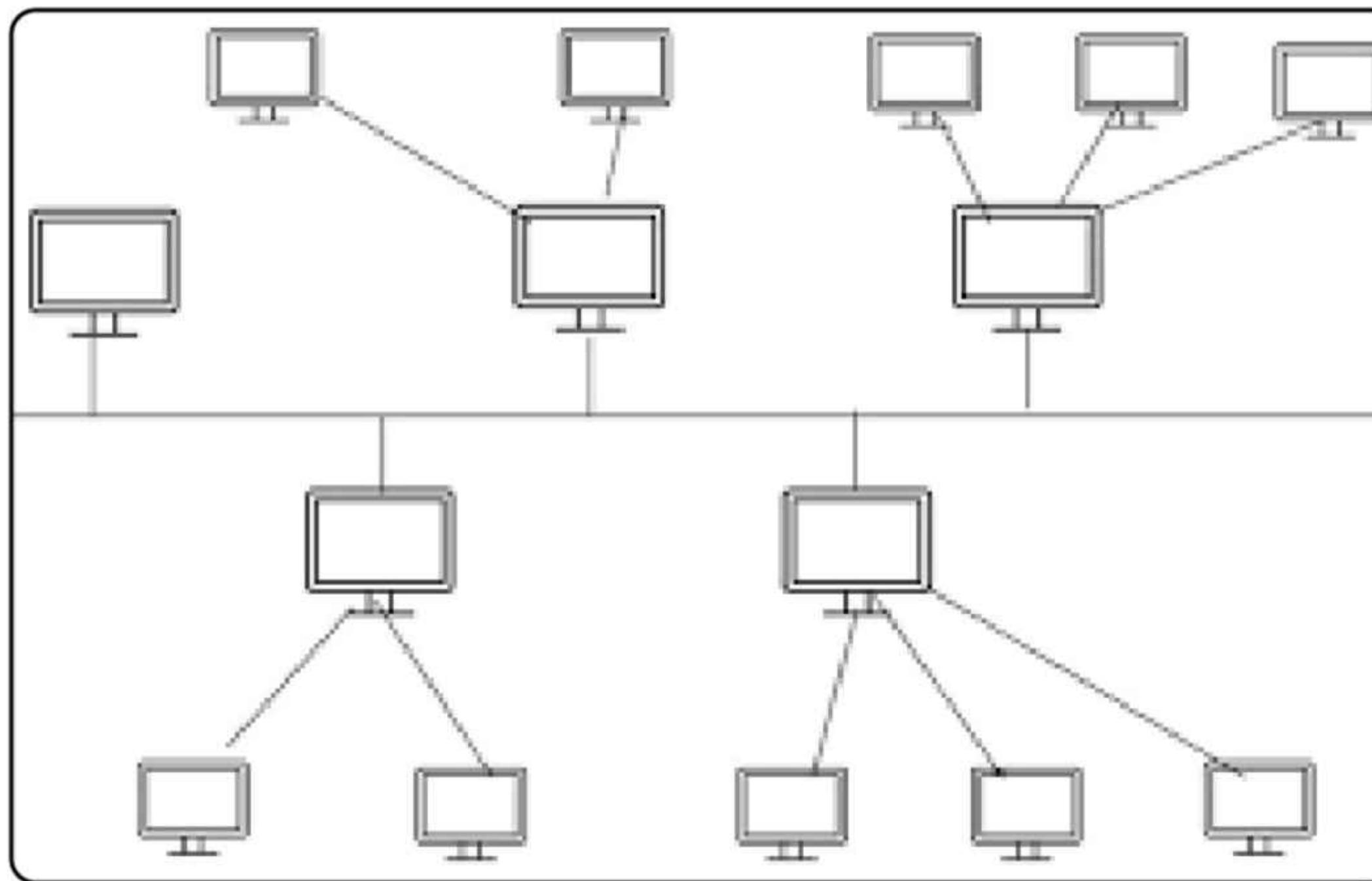
### Disadvantages of Tree Topology (नुकसान):

- High Cost → कई Hub/Switch और Cables की जरूरत पड़ती है।
- Maintenance Hard → बड़े Hierarchical Structure को Maintain करना मुश्किल।
- Complex Installation → Setup करना आसान नहीं।
- Performance Issue → Network बढ़ने पर Data Transmission Slow हो सकता है।
- Root Dependency → अगर Root Node (Main Hub) Fail हो जाए तो पूरा Network प्रभावित होगा।



## Hybrid Topology:

- Hybrid Topology एक ऐसी Network Topology है जिसमें दो या अधिक अलग-अलग Topologies (जैसे Star, Ring, Bus, Mesh आदि) को मिलाकर Network बनाया जाता है।
- Hybrid Topology is a network topology in which a network is created by combining two or more different topologies (such as Star, Ring, Bus, Mesh, etc.).
- इसका Structure Mixed होता है और यह Network की आवश्यकता के अनुसार डिज़ाइन किया जाता है।
- Its structure is mixed and it is designed according to the requirement of the network.





### Advantages of Hybrid Topology (फायदे):

- Scalability → नए Nodes और Sections आसानी से जोड़े जा सकते हैं।
- Reliability → एक Section Fail हो जाए तो बाकी Sections काम करते रहते हैं।
- Efficient Performance → हर Section अपनी Best Topology का उपयोग कर सकता है।
- Customizable → बड़े Organizations और Complex Networks के लिए उपयुक्त।

### Disadvantages of Hybrid Topology (नुकसान):

- Complex Installation → Setup करना और Design करना आसान नहीं।
- Maintenance Hard → Mixed Structure होने की वजह से Fault Detection मुश्किल।
- Need of Experts → ऐसे Network को Manage करने के लिए Skilled Network Engineers चाहिए।
- High Cost → अलग-अलग Topologies को मिलाने में ज्यादा Cables, Devices और Investment चाहिए।



### → Data Link Layer :

- “Data Link Layer OSI Model की दूसरी लेयर है, जो Physical Layer से आने वाले Raw Bits को Frames (संरचित Data Units) में Convert करती है और Reliable Transmission सुनिश्चित करती है। यह Error Control, Flow Control, Framing और Physical Addressing जैसे कार्यों को संभालती है।”
- “The Data Link Layer is the second layer of the OSI Model, which converts the raw bits coming from the Physical Layer into frames (structured data units) and ensures reliable transmission. It handles functions such as error control, flow control, framing and physical addressing.”



## → Data Link Layer Designing Issues (डाटा लिंक लेयर के डिज़ाइन मुद्दे):

### 1. Framing (फ्रेमिंग):

- **Framing** वह प्रक्रिया है जिसमें Data को छोटे-छोटे Manageable Units (Frames) में Divide किया जाता है।
- **Framing** is the process in which data is divided into small manageable units (frames).

### Techniques:

- a. **Character Count** – Frame की Length Count Field में लिखी जाती है।
- b. **Bit Stuffing** – Special Bit Pattern (जैसे 01111110) Frame Start/End दिखाने के लिए Use।
- c. **Byte Stuffing** – Escape Characters का इस्तेमाल।
- d. **Physical Layer Violations** – Physical Encoding Rules को तोड़कर Frame Boundary दिखाना।



## 2. Physical Addressing (भौतिक एड्रेसिंग):

- Data Link Layer हर Frame में Source और Destination का Physical Address (MAC Address) लगाती है।
- The Data Link Layer puts the physical address (MAC Address) of the source and destination in every frame.

## 3. Error Control (त्रुटि नियंत्रण):

- Transmission के दौरान Bits Change हो सकते हैं (जैसे  $0 \rightarrow 1$ ). Error Control यह सुनिश्चित करता है कि Receiver को सही Data मिले।
- Transmission के दौरान Bits Change हो सकते हैं (जैसे  $0 \rightarrow 1$ ). Error Control यह सुनिश्चित करता है कि Receiver को सही Data मिले।

### Techniques:

- Parity Bit, Checksum, Cyclic Redundancy Check (CRC), ARQ (Automatic Repeat reQuest)



#### 4. Flow Control (प्रवाह नियंत्रण)

- Sender और Receiver की Speed अलग हो सकती है। Flow Control का काम है Sender को Control करना ताकि वह उतना ही Data भेजे जितना Receiver Handle कर सके।
- The speed of the sender and receiver can be different. The job of flow control is to control the sender so that it sends only as much data as the receiver can handle.

#### Technique:

- Stop-and-Wait Protocol
- Sliding Window Protocol



### 5. Access Control (एक्सेस नियंत्रण):

- जब Multiple Devices एक ही Transmission Medium (जैसे LAN में एक Cable) Share करते हैं, तो यह तय करना जरूरी है कि किस Device को कब Transmission का अधिकार होगा।
- When multiple devices share the same transmission medium (such as a cable in a LAN), it is necessary to determine which device will have the right to transmit and when.

#### Technique:

- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection).
- CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance).
- Token Passing.

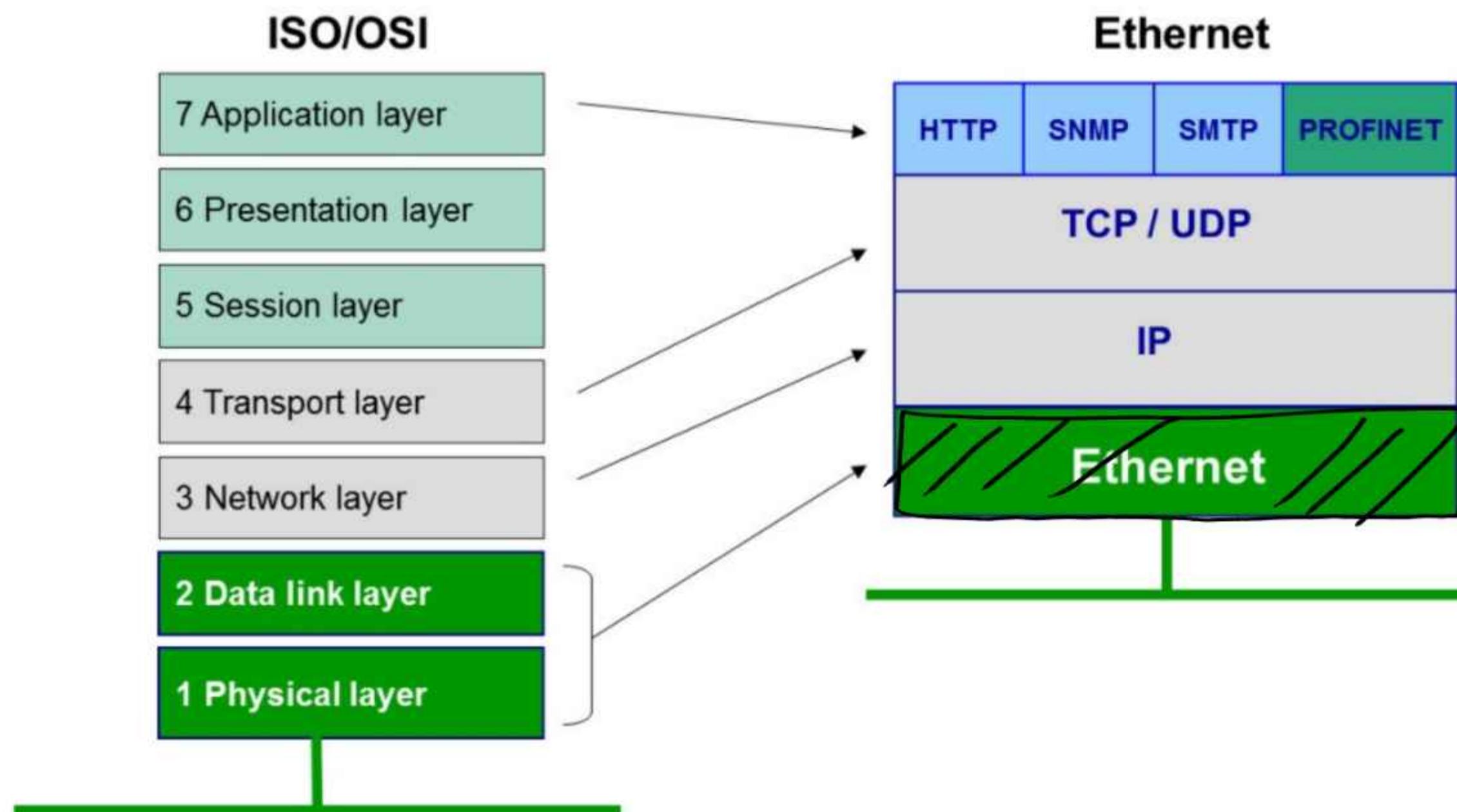


## Ethernet (ईथरनेट):

- Ethernet Protocol एक Data Link Layer Protocol (IEEE 802.3 Standard) है, जिसका उपयोग Local Area Network (LAN) में Devices (जैसे Computer, Printer, Server) को आपस में Connect और Data Transfer करने के लिए किया जाता है।
- Ethernet Protocol is a Data Link Layer Protocol (IEEE 802.3 Standard), which is used to connect devices (such as computers, printers, servers) in a Local Area Network (LAN) and transfer data.



## Ethernet (ईथरनेट):





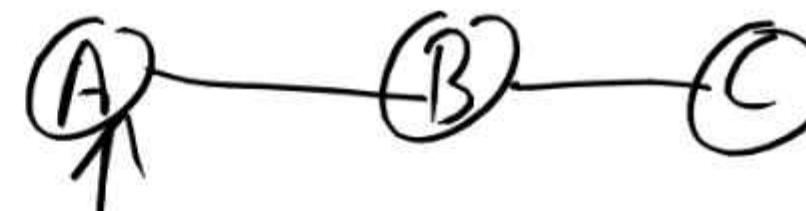
## Working:

### 1. Connection Setup (कनेक्शन बनाना)

- नेटवर्क में सभी डिवाइस (जैसे कंप्यूटर, प्रिंटर, सर्वर) Ethernet cable (RJ-45) से switch या hub से जुड़े होते हैं।
- All devices in the network (such as computers, printers, servers) are connected to a switch or hub via Ethernet cable (RJ-45).
- हर डिवाइस का अपना unique MAC Address होता है, जिससे पहचान की जाती है।
- Each device has its own unique MAC address, by which it is identified.

### 2. Carrier Sense (सुनना कि लाइन खाली है या नहीं)

- Ethernet CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) तकनीक का इस्तेमाल करता है।
- Ethernet uses CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) technology.

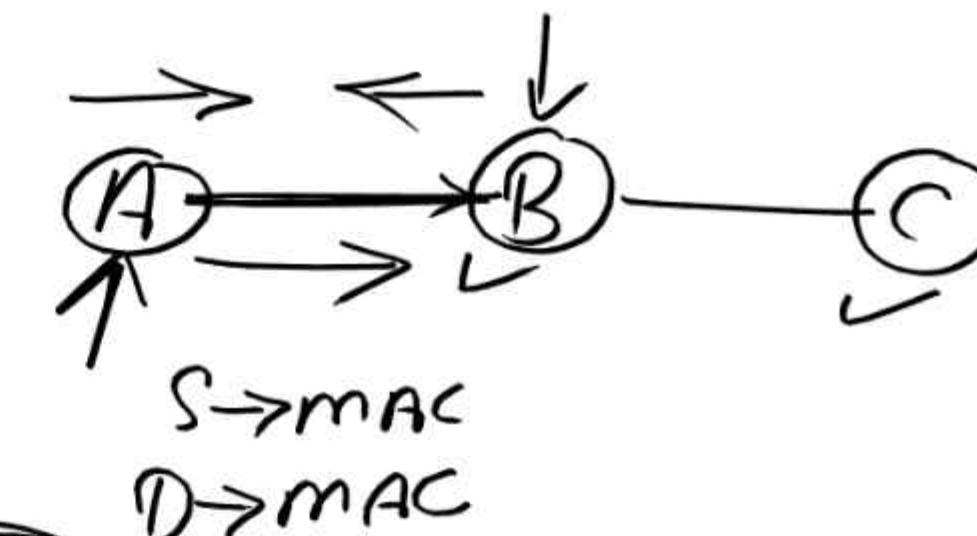




### 3. Data Transmission (डेटा भेजना)

- जब line खाली होती है, तो डिवाइस अपना डेटा Frame के रूप में भेजता है।
- When the line is free, the device sends its data as a frame.
- Frame में यह शामिल होता है:

- Source MAC Address (भेजने वाले का पता)
- Destination MAC Address (पाने वाले का पता)
- Actual Data (संदेश/फाइल)
- Error check (CRC)



### 4. Collision Handling (टकराव को संभालना)

- कभी-कभी दो डिवाइस एक साथ data भेज देते हैं → इसे Collision कहते हैं।
- Sometimes two devices send data simultaneously → this is called Collision.
- Collision होते ही:
  - दोनों डिवाइस तुरंत data भेजना बंद कर देते हैं।
  - कुछ random समय तक wait करते हैं (backoff algorithm)।

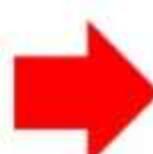


### 5. Data Reception (डेटा प्राप्त करना):

- जब कोई डिवाइस data frame पाता है → वह destination MAC address चेक करता है।
- When a device receives a data frame → it checks the destination MAC address.
- अगर address उसका है → तो frame को accept करता है।
- If the address is its → it accepts the frame.
- अगर address उसका नहीं है → तो ignore कर देता है।
- If the address is not its → it ignores it.

### 6. Error Checking (त्रुटि जांचना):

- Frame के अंत में CRC (Cyclic Redundancy Check) होता है।
- CRC (Cyclic Redundancy Check) occurs at the end of the frame.



### **WLAN Protocol:**

- WLAN (Wireless LAN) एक नेटवर्क है जिसमें तार (cable) की ज़रूरत नहीं होती और डिवाइस आपस में wireless signals (radio waves) के ज़रिए communicate करते हैं।
- WLAN (Wireless LAN) is a network that does not require cables and devices communicate with each other via wireless signals (radio waves).
- यह मुख्य रूप से IEEE 802.11 standards पर आधारित है, जिसे आमतौर पर हम Wi-Fi के नाम से जानते हैं।
- It is mainly based on the IEEE 802.11 standards, commonly known as Wi-Fi.



### Working of WLAN Protocol:

#### 1: Access Point (AP):

- WLAN में communication के लिए एक Access Point की ज़रूरत होती है (जैसे Wi-Fi router)।
- WLAN requires an Access Point for communication (such as a Wi-Fi router).
- यह वायरलेस signals transmit करता है।
- It transmits wireless signals.

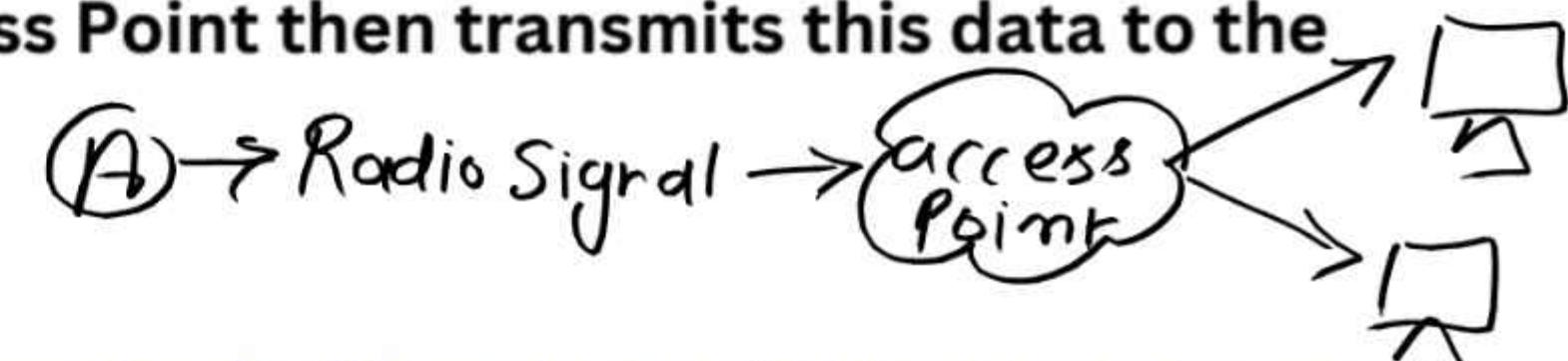
#### 2: Connection Setup:

- डिवाइस (laptops, mobiles, printers आदि) अपने Wireless Network Card (NIC) से Wi-Fi network को detect करते हैं।
- Devices (laptops, mobiles, printers etc.) detect the Wi-Fi network through their Wireless Network Card (NIC).



### 3: Data Transmission:

- जब कोई डिवाइस data भेजता है, तो data frames में convert होकर radio signals के रूप में Access Point तक पहुँचता है। Access Point फिर इस data को wired LAN या इंटरनेट तक पहुँचाता है।
- When a device sends data, it is converted into data frames and reaches the Access Point as radio signals. The Access Point then transmits this data to the wired LAN or the Internet.



### 4: Collision Handling (CSMA/CA):

- Ethernet (wired LAN) में CSMA/CD इस्तेमाल होता है, लेकिन WLAN में CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) का उपयोग होता है।
- CSMA/CD is used in Ethernet (wired LAN), but CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) is used in WLAN.

**WLAN Standards (IEEE 802.11):**

Standard	Frequency Band	Max Speed	Range (approx)
802.11a	5 GHz	54 Mbps	35 m
802.11b	2.4 GHz	11 Mbps	38 m
802.11g	2.4 GHz	54 Mbps	38 m
802.11n	2.4 / 5 GHz	600 Mbps	70 m
802.11ac	5 GHz	1.3 Gbps+	35 m
802.11ax (Wi-Fi 6)	2.4 / 5 GHz	10 Gbps तक	70 m



## → **Bluetooth Protocol (ब्लूटूथ प्रोटोकॉल):**

- Bluetooth एक short-range wireless communication protocol है, जो डिवाइसों (जैसे मोबाइल, लैपटॉप, हेडफोन, प्रिंटर आदि) को आपस में कम दूरी (10-100 मीटर) पर जोड़ने और डेटा/आवाज़ ट्रांसफर करने की सुविधा देता है। इसे IEEE 802.15.1 standard के अंतर्गत परिभाषित किया गया है।
- Bluetooth is a short-range wireless communication protocol that allows devices (such as mobile, laptop, headphones, printer etc.) to connect and transfer data/voice over short distances (10-100 meters). It is defined under the IEEE 802.15.1 standard.



## Bluetooth की विशेषताएँ (Features):

- Short-range communication (आमतौर पर 10 मीटर तक, High Power mode में 100 मीटर तक)।
- Short-range communication (typically up to 10 meters, up to 100 meters in High Power mode).
- Low power consumption – कम बैटरी खपत।
- Low power consumption – low battery consumption.
- ISM Band (2.4 GHz frequency) पर काम करता है।
- Operates on ISM Band (2.4 GHz frequency).
- Cable replacement technology → तारों की जगह वायरलेस कनेक्शन।
- Cable replacement technology → wireless connection instead of wires.
- Data + Voice दोनों transfer कर सकता है।
- Can transfer both Data + Voice.



## Advantages (फायदे):

- तारों की जरूरत नहीं
- Low power consumption
- Easy setup (सिर्फ pairing)
- Portable devices को आसानी से connect करता है
- Voice + Data दोनों transfer कर सकता है
  
- No need for wires
- Low power consumption
- Easy setup (just pairing)
- Connects portable devices easily
- Can transfer both voice + data



## Disadvantages (नुकसान):

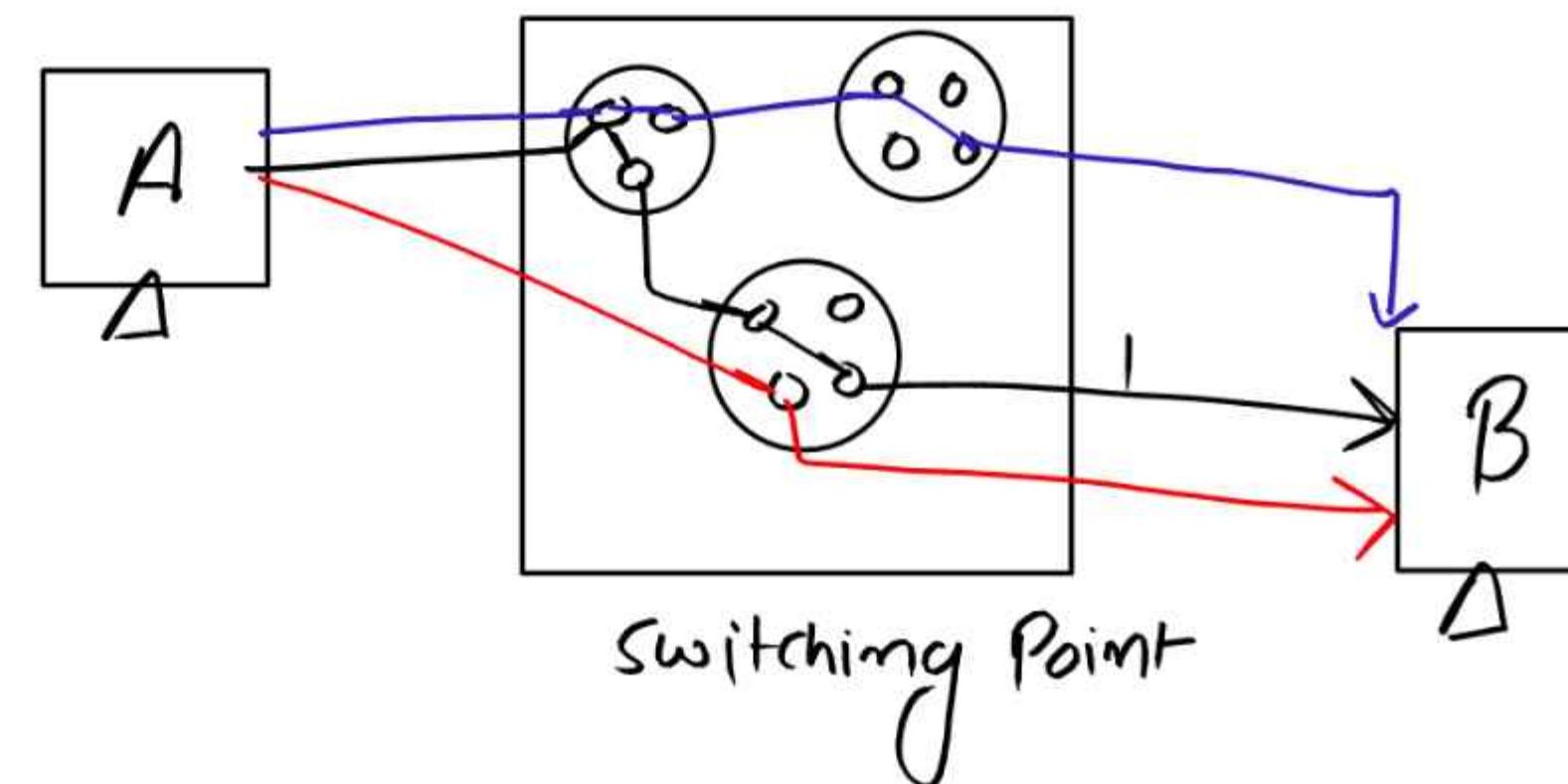
- Limited range (Wi-Fi की तुलना में बहुत कम)
- Data transfer speed Wi-Fi से धीमी
- Security risks (अगर encryption न हो तो hacking हो सकती है)
- Interference (कभी-कभी अन्य devices से signal disturb हो जाता है)
  
- Limited range (much less than Wi-Fi)
- Data transfer speed is slower than Wi-Fi
- Security risks (if encryption is not in place, hacking is possible)
- Interference (sometimes the signal gets disturbed by other devices)



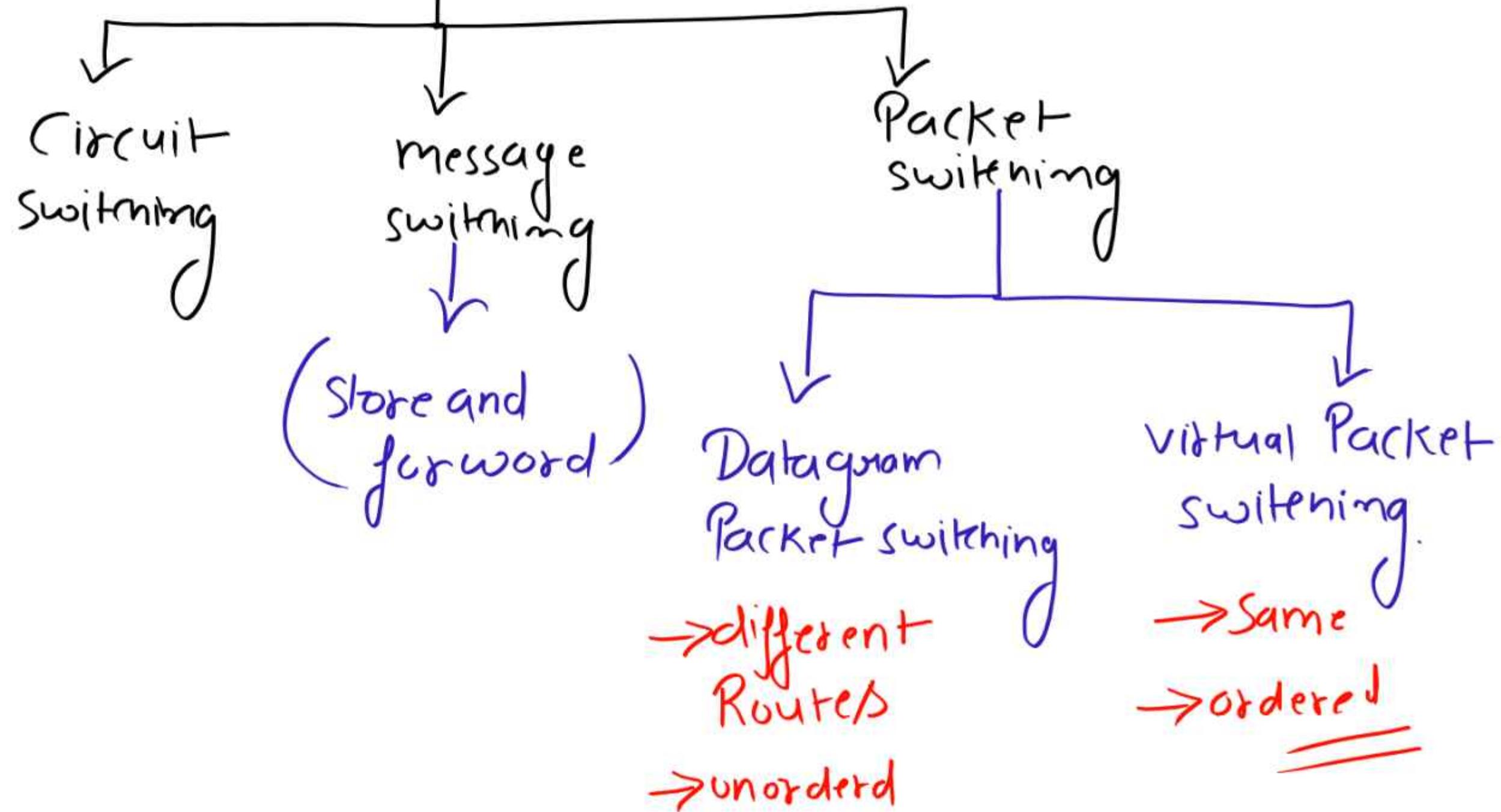
स्विचिंग (Switching):

90 %

- “स्विचिंग एक तकनीक है जिसका उपयोग नेटवर्क में डिवाइसों को जोड़ने और स्रोत से गंतव्य (Source → Destination) तक डेटा पहुँचाने के लिए उचित रास्ता (Path) चुनने में किया जाता है।”
- “Switching is a technique used to connect devices in a network and select the appropriate path to transmit data from source to destination (Source → Destination).”



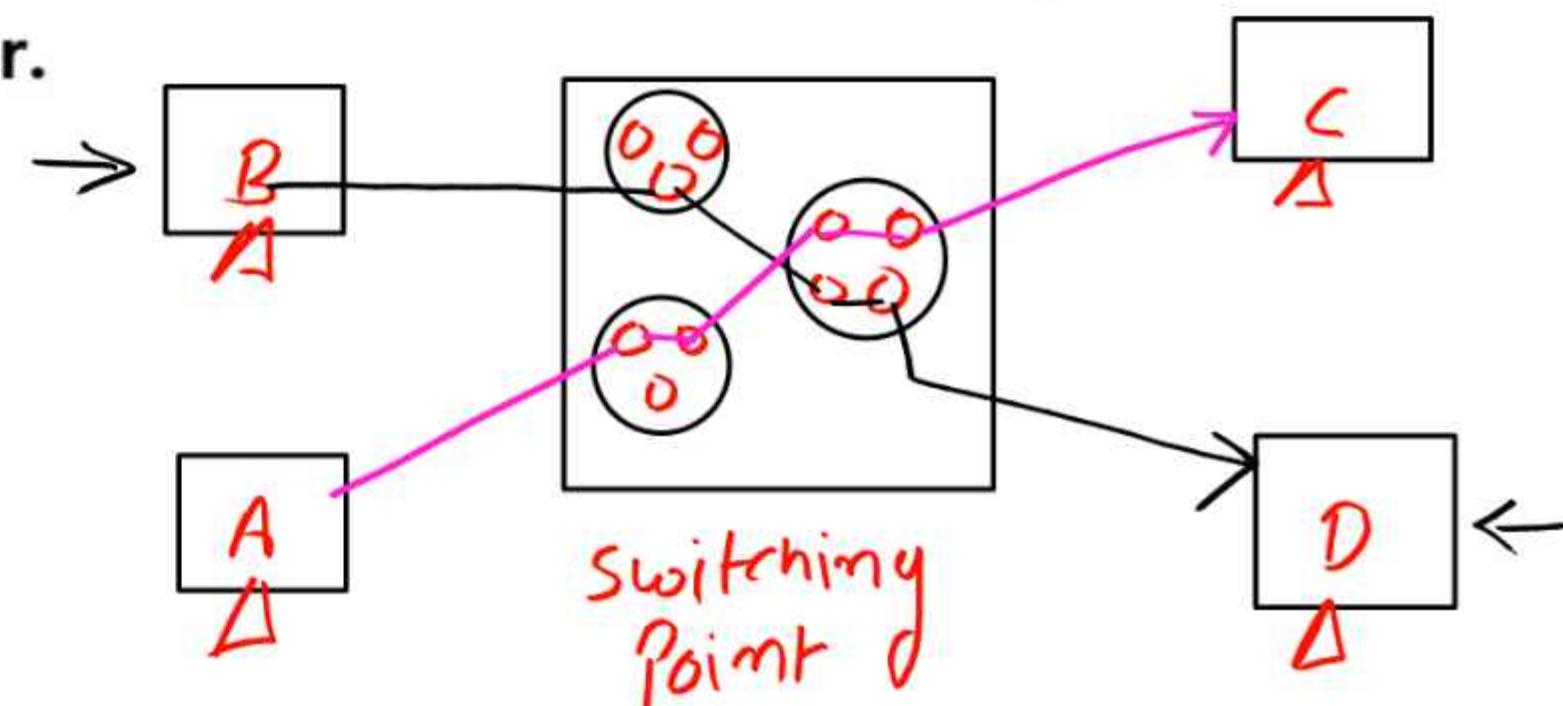
## Switching technique





## 1: सर्किट स्विचिंग (Circuit Switching):

- सर्किट स्विचिंग वह तकनीक है जिसमें किसी communication (जैसे call) को शुरू करने से पहले sender और receiver के बीच एक पूरी तरह से dedicated path (सर्किट) बना दिया जाता है। यह path पूरे समय केवल उसी communication के लिए reserved रहता है, जब तक call खत्म नहीं हो जाता।
- Circuit switching is a technique in which a completely dedicated path (circuit) is created between the sender and receiver before any communication (such as a call) is started. This path remains reserved for that communication only throughout the time, until the call is over.





## Working:

### 1: Circuit Establishment (सर्किट बनाना):

- Sender और Receiver के बीच एक dedicated path set किया जाता है।
- A dedicated path is set between the sender and receiver.
- Communication start होने से पहले पूरा path reserve होता है।
- The entire path is reserved before communication starts.

### 2: Data Transfer (डेटा भेजना):

- Data continuous stream की तरह उसी reserved path से गुजरता है।
- Data passes through the same reserved path like a continuous stream.
- Bandwidth सिर्फ उसी connection को मिलती है।
- Bandwidth is available only to that connection.



### 3: Circuit Release (सर्किट हटाना)

- Communication खत्म होते ही path free कर दिया जाता है।
- As soon as the communication is over, the path is made free.
- अब वही resources दूसरे users को मिल सकते हैं।
- Now the same resources can be accessed by other users.

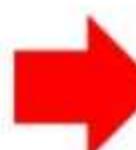


### Advantages of Circuit Switching:

- Dedicated Path - एक बार path set हो गया तो communication reliable होता है।
- No Interference - उस समय कोई दूसरा user उस path को use नहीं कर सकता।
- Constant Data Rate - Bandwidth reserve होने के कारण speed fix रहती है।
- Order Maintained - Data sequence में पहुँचता है, reorder करने की ज़रूरत नहीं।

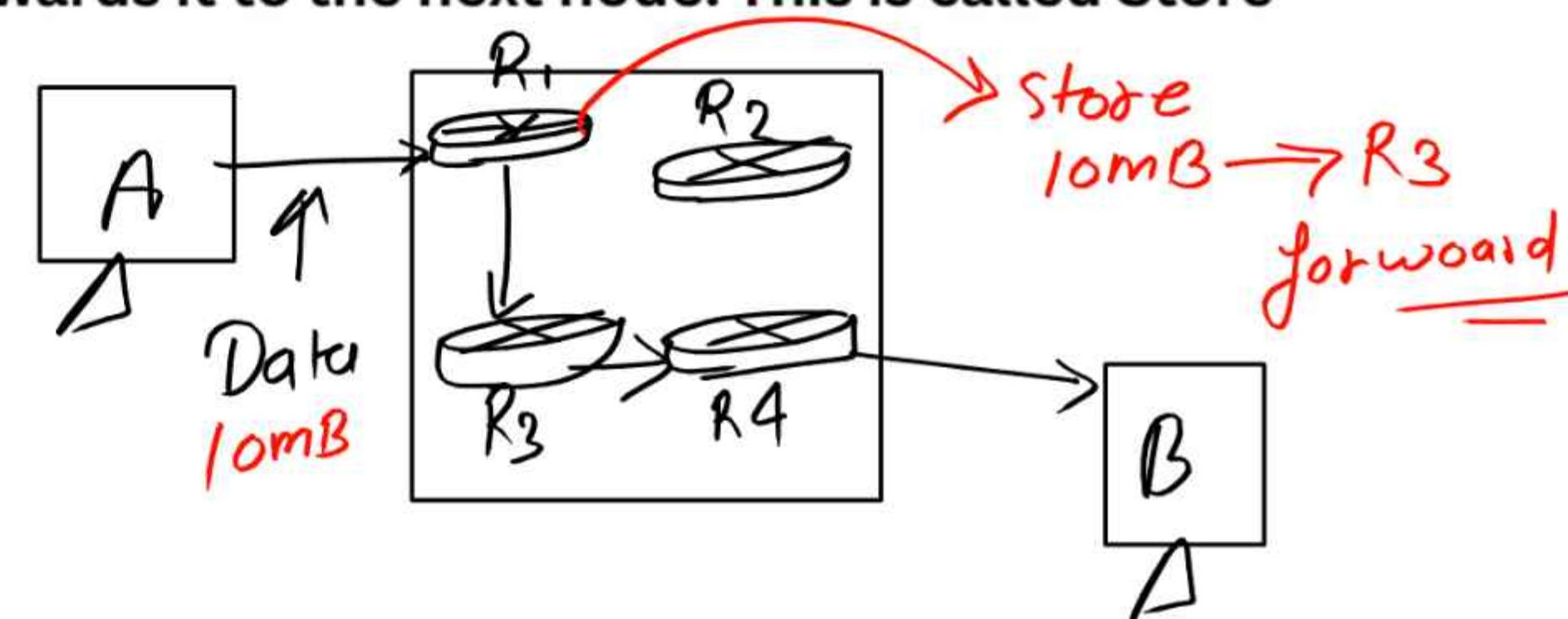
### Disadvantages of Circuit Switching:

- Resource Wastage - Call के दौरान path reserve रहता है, भले data कम हो।
- Setup Time High - Data भेजने से पहले circuit बनाना पड़ता है।
- Not Efficient for Data - Computer data traffic के लिए अच्छा नहीं है।
- Limited Users - एक समय पर same line पर केवल एक pair communicate कर सकता है।



## 2: Message Switching:

- Message Switching वह तकनीक है जिसमें पूरा data एक single message के रूप में भेजा जाता है। हर intermediate node (जैसे switch, router) उस message को पहले पूरी तरह store करता है और फिर अगले node को forward करता है। इसे Store-and-Forward technique कहते हैं।
- Message Switching is a technique in which the entire data is sent as a single message. Every intermediate node (such as switch, router) first stores the message completely and then forwards it to the next node. This is called Store-and-Forward technique.





## Working:

### 1: Message Creation (मैसेज बनाना)

- Sender अपना पूरा data एक message unit में तैयार करता है।
- The sender prepares all its data in a message unit.

### 2: Store and Forward:

- Message जब किसी intermediate switch पर पहुँचता है, वह उसे पूरी तरह store करता है। फिर उसे अगले node को forward करता है।
- When the message reaches an intermediate switch, it stores it completely. Then it is forwarded to the next node.

### 3: Delivery (गंतव्य तक पहुँचना)

- यह process तब तक चलता है जब तक message destination तक नहीं पहुँच जाता।
- This process continues until the message reaches the destination.



## Working:

### 1: Message Creation (मैसेज बनाना):

- Sender अपना पूरा data एक message unit में तैयार करता है।
- The sender prepares all its data in a message unit.

### 2: Store and Forward:

- Message जब किसी intermediate switch पर पहुँचता है, वह उसे पूरी तरह store करता है। फिर उसे अगले node को forward करता है।
- When the message reaches an intermediate switch, it stores it completely. Then it is forwarded to the next node.

### 3: Delivery (गंतव्य तक पहुँचना):

- यह process तब तक चलता है जब तक message destination तक नहीं पहुँच जाता।
- This process continues until the message reaches the destination.



### Advantages of Message Switching:

- Dedicated Path की ज़रूरत नहीं - हर बार नया path नहीं बनाना पड़ता।
- Multiple Users - एक ही time पर कई messages network share कर सकते हैं।
- Large Messages Possible - पूरे message को एक साथ भेज सकते हैं।

### Disadvantages of Message Switching:

#### 1: High Delay

- हर node पर पूरा message store होने से delay ज्यादा होता है।

#### 2: Memory Requirement -

- Intermediate nodes को पूरा message store करने के लिए बड़ी storage चाहिए।

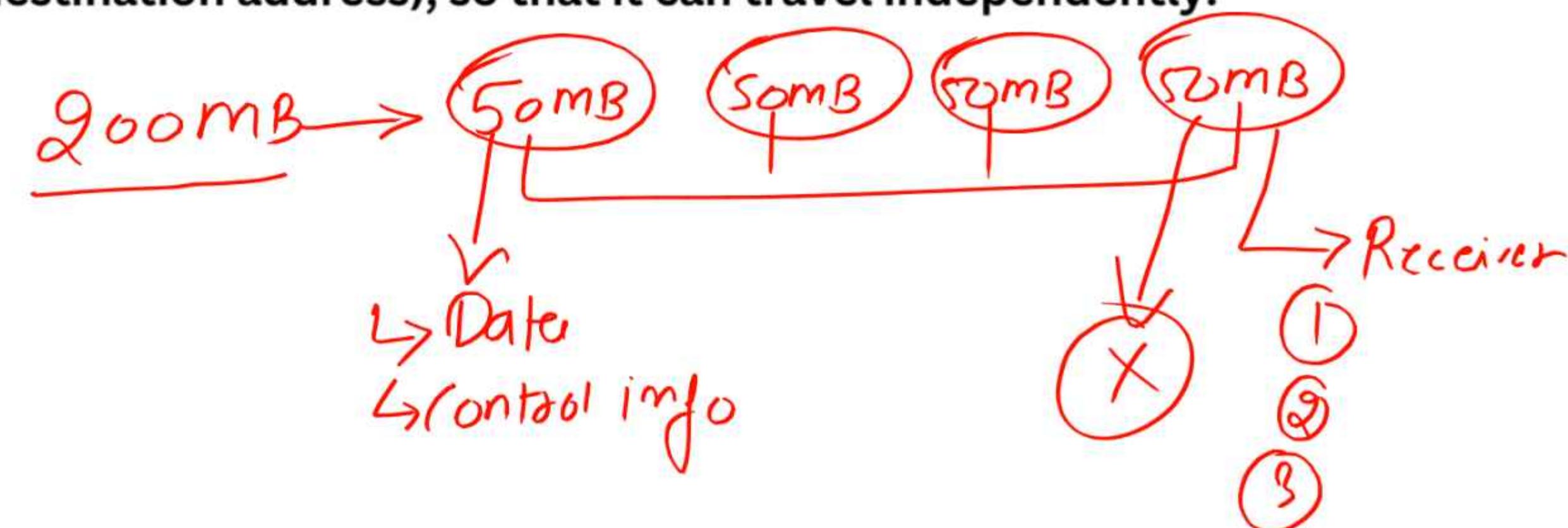
#### 3: Not Suitable for Real-Time Data -

- Voice या Video calls में delay problem create करता है।



## Packet Switching:

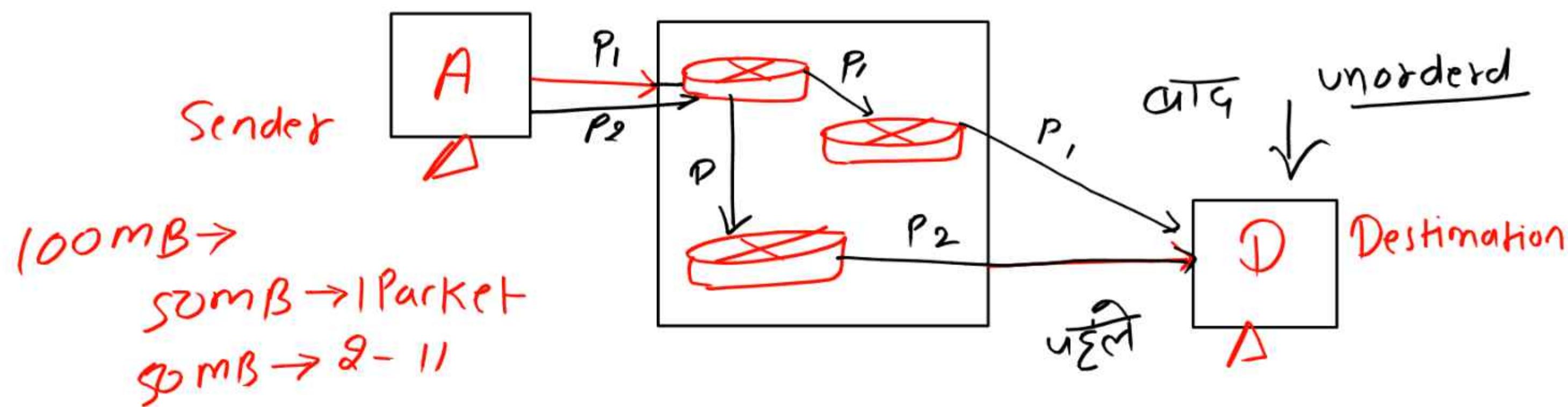
- Packet Switching वह तकनीक है जिसमें data को छोटे-छोटे भागों (packets) में तोड़कर network के ज़रिए भेजा जाता है। हर packet में data + control information (जैसे source, destination address) होता है, जिससे independently travel कर सकता है।
- Packet Switching is a technique in which data is broken into small parts (packets) and sent through the network. Each packet contains data + control information (such as source, destination address), so that it can travel independently.





### → (a). Datagram Packet Switching:

- Datagram Packet Switching वह तकनीक है जिसमें data को छोटे-छोटे independent packets (datagrams) में तोड़कर भेजा जाता है। हर packet का अपना source और destination address होता है और वह network में अलग-अलग रास्तों से travel कर सकता है।
- Datagram Packet Switching is a technique in which data is sent by breaking it into small independent packets (datagrams). Every packet has its own source and destination address and can travel through different paths in the network.





## Working:

### Data Division:

- अपने data को कई datagrams (packets) में divide करता है।
- Divides its data into multiple datagrams (packets).

### Independent Routing :

- हर datagram independently route होता है और अलग-अलग रास्ते ले सकता है।
- Each datagram is independently routed and can take different paths.

### Arrival at Destination :

- Packets destination तक पहुँचते हैं, लेकिन वे unordered (गड़बड़ sequence में) पहुँच सकते हैं।
- Packets reach the destination, but they may arrive unordered (in jumbled sequence).

### Reassembly:

- Destination computer सभी packets को sequence number की मदद से सही order में जोड़ देता है।
- Destination computer assembles all the packets in the correct order with the help of sequence number



### Advantages of Datagram Packet Switching:

1. **Flexible Routing** – अगर कोई path fail हो जाए तो packets दूसरे रास्ते से जा सकते हैं।
2. **Efficient Bandwidth Use** – Dedicated line reserve नहीं करनी पड़ती।
3. **Robust** – अगर कुछ packets lost हो जाएँ तो बाकी फिर भी पहुँच सकते हैं।
4. **Scalable** – Internet जैसे बड़े networks के लिए best।

### Disadvantages of Datagram Packet Switching

1. **Packets Unordered Arrive** – Receiver को उन्हें सही order में जोड़ना पड़ता है।
2. **Delay Possible** – अलग-अलग रास्तों की वजह से delivery time अलग हो सकता है।
3. **Overhead High** – हर packet में header + address information डालना पड़ता है।
4. **Not Suitable for Real-Time Data** – Voice/Video calls में delay और jitter होता है।





### → (b).Virtual Circuit Packet Switching:

- Virtual Circuit Packet Switching वह तकनीक है जिसमें communication शुरू करने से पहले sender और receiver के बीच एक logical path (Virtual Circuit) establish किया जाता है। इसके बाद सभी packets उसी path से गुजरते हैं और destination तक पहुँचते हैं
- Virtual Circuit Packet Switching is a technique in which a logical path (Virtual Circuit) is established between the sender and receiver before starting the communication. After this, all the packets pass through the same path and reach the destination

↳ Same Path for Packet Transfer  
↳ Destination Received all Packet in sequence.



## Working:

### 1: Connection Setup (Path बनाना):

- Communication starts from the source node and establishes a logical path through the network nodes to the destination node. This path is virtual, not physical.
- Before starting communication, the network establishes a logical path. This path is virtual, not physical.

### 2: Data Transfer (Packets भेजना):

- Data is sent by breaking it into packets. All packets pass through the same virtual circuit and reach the destination in the correct order.
- Data is sent by breaking it into packets. All packets pass through the same virtual circuit and reach the destination in the correct order.

### 3: Connection Termination (Path हटाना):

- Communication ends at the destination node, where the virtual circuit is released.
- The virtual circuit is released as soon as the communication is over.



### → Advantages of Virtual Circuit Packet Switching:

1. Packets Order में पहुँचते हैं – Reassembly आसान हो जाता है।
2. Reliable Communication – Error checking और flow control आसान है।
3. Better for Real-Time Data – Voice और video calls के लिए Datagram से बेहतर है।
4. Less Overhead – हर packet में सिर्फ छोटा सा virtual circuit ID होता है, पूरा address नहीं।

### → Disadvantages of Virtual Circuit Packet Switching:

1. Setup Time Required – Path establish करने में समय लगता है।
2. If Path Fails → Communication Breaks – Virtual circuit fail होते ही सभी packets रुक जाते हैं।
3. Not as Flexible as Datagram – Route fixed होता है, alternate path use नहीं कर सकते।

Thanks For

Watching  
Semester  
Adda



LIKE



SHARE

COMMENT



Subscribe

