# অধ্যায়-৪

# ট্রান্সমিশন মিডিয়া ও সংযোগ
## (Transmission Media and Connection)

### ৪.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

Transmission media হলো একটি Material substance (যা Solid, Liquid কিংবা Gas হতে পারে), যা দ্বারা Energy waves উৎপন্ন করা যায়। যেমন– সাধারণত কান দ্বারা Receive-এর Transmission medium হলো বাতাস (Air)। বাতাস ছাড়াও শব্দ গ্রহণের ক্ষেত্রে কঠিন (Solid) বা তরল (Liquid) পদার্থ ব্যবহার হতে পারে। Transmission medium এর বহুবচন (Plural) হলো Transmission media.

বায়ুশূন্য স্থানে (মহাকাশ) Material medium-এর অবর্তমানে Electromagnetic wave-এর জন্য Transmission medium হলো Light এবং Radio wave। সুতরাং আমরা বলতে পারি Transmission medium হলো একটি Technical device, যা Wave-কে Transmit করতে Material substance-কে নিয়োজিত করে। তাই অপটিক্যাল ফাইবার (Optical fiber) অথবা কপার ক্যাবল (Copper cable)-কেও Transmission medium বলা যায়।

কম্পিউটার এবং অন্যান্য টেলিকমিউনিকেশন ডিভাইসগুলোর মধ্যে ডাটার আদান-প্রদানের ক্ষেত্রে Signal ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ Signal ডাটার represent করে থাকে। আর এ সিগন্যালকে Electromagnetic energy ফরমে এক ডিভাইস থেকে অন্য ডিভাইসে Transmit করতে হয়। সিগন্যালকে Transmit করার ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় Transmission media.

**প্রকারভেদ (Classification) ঃ** Transmission medium-কে নিম্নলিখিত প্রকারে ভাগ করা যায় ঃ

(ক) Linear medium (খ) Bounded medium

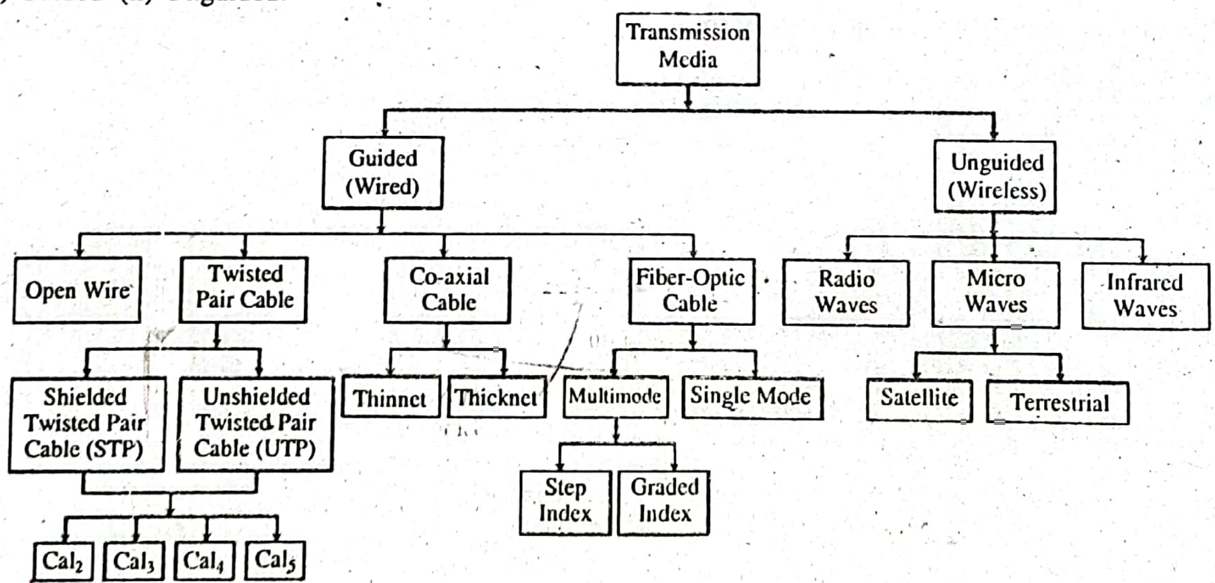
(গ) Uniform medium (ঘ) Isotropic medium.

### ৪.১ ট্রান্সমিশন মিডিয়ার ক্যাটাগরিগুলোর নাম (The categories of transmission media) ঃ

কম্পিউটার এবং অন্যান্য টেলিকমিউনিকেশন ডিভাইসগুলোর মধ্যে ডাটার আদান-প্রদানের ক্ষেত্রে Signal ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ Signal-ই ডাটার Represent করে থাকে। আর এ সিগন্যালকে Electromagnetic signal রূপে Transmission media এর মধ্য দিয়ে এক ডিভাইস থেকে অন্য ডিভাইসে Transmit-receive করার ফলে Communication সৃষ্টি হয়।

Transmission medium-এর বহুবচন হলো Transmission media। সুতরাং Transmission media হলো কিছু Technical device এর সমষ্টি, যা Signal এর Wave-কে Transmit করতে Material substance (Solid, liquid) এবং Free space (Air, vacuum) কে নিয়োজিত করে।

টেলিকমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে Transmission media-কে দুটি ক্যাটাগরি (Categories)-তে ভাগ করা হয়েছে–
(i) Guided (ii) Unguided.

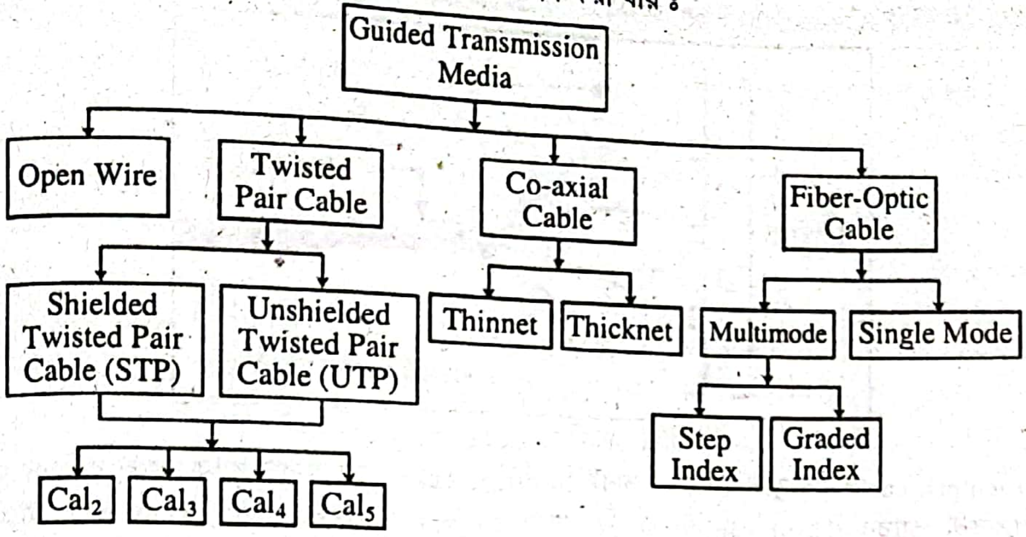



চিত্র ঃ ৪.১ Categories of transmission media

Scanned with CamScanner

## ৪.২ টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল, কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবল ও অপটিক্যাল ফাইবার ক্যাবলের গঠন (Construction of twisted pair (STP, UTP), co-axial and fiber optic cable) ঃ

Guided ট্রান্সমিশন মিডিয়া এর মধ্য দিয়ে ডাটার Represent-কৃত Signal এক ডিভাইস থেকে অন্য ডিভাইসে আদান-প্রদান হয়ে থাকে। Guided transmission media-কে নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা যায় ঃ

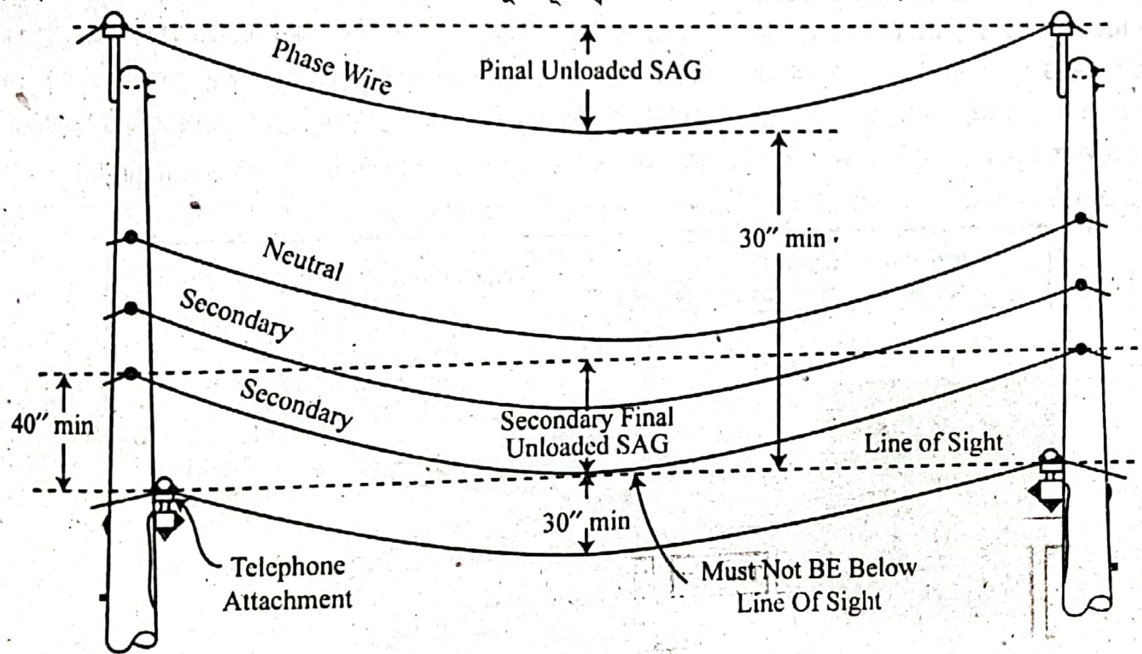



চিত্র ঃ ৪.২ Guided transmission media

| | |
|---|---|
| Open cable | 0–5 MHz |
| Twisted pair cable | 0–100 MHz |
| Co-axial cable | 0–500 MHz |
| Optical fiber cable | 186 to 370 THz |

টেবিল-৪.১ ঃ Frequency range of Guided transmission media

❑ **ওপেন ওয়্যার (Open wire) ঃ** সাধারণত টেলিফোন খুঁটির উপর ইলেকট্রিক তারের মতো টানানো থাকে। Noise interference থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য এতে সাধারণত কোনো Shield (আবরণ) ব্যবহার হয় না। এতে একাধিক পরিবাহী বা একটি পরিবাহীও থাকতে পারে। এ প্রক্রিয়ায় সর্বোচ্চ 20 ফুট দূরত্বের মধ্যে ডাটা আদান-প্রদান হতে পারে।

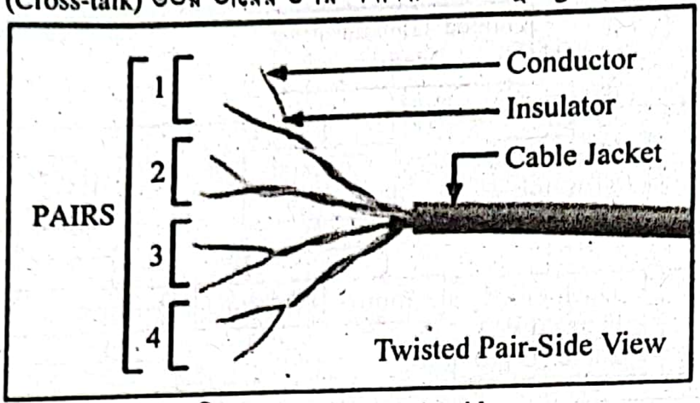



Separation Between Conductors
Illustration Of Par. 4.34, 4.35 AND 4.36
Secondary Present and in Lower Position
চিত্র ঃ ৪.৩ Open wire

Scanned with CamScanner

□ **টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল (Twisted pair cable) ঃ** দুটি প্যাঁচানো Copper cable দিয়ে Twisted pair cable তৈরি করা হয়। প্রতিটি ক্যাবলে Insulator jacket ও Conductor থাকে। দুটি তারের মধ্যে একটি Receiver এর নিকট Signal বহনে ব্যবহৃত হয়, আর অপর তারটি Ground হিসেবে ব্যবহৃত হয়। অর্থাৎ একটি + ve data signal এবং অপরটি –ve data signal বহনে ব্যবহৃত হয়।

Sender যখন দুটি তারের থেকে একটি তার এর মধ্য দিয়ে Signal পাঠায়, তখন বাহিরের পরিবেশ থেকে কিছু অবাঞ্ছিত Noise (Interference) এবং ক্রসটোক (Cross-talk) উভয় তারের উপর অনাকাঙ্ক্ষিত কিছু Signal তৈরি করে।




চিত্র ঃ ৪.৪ Twisted pair cable

যেহেতু Twisted pair cable এর দুটি প্যাঁচানো তারই Insulator jacket দ্বারা আবৃত থাকে, ফলে বাহিরের থেকে (External source) এবং পার্শ্ববর্তী তারের (Neighbouring wires) সাথে Cross-talk থেকে উৎপন্ন অনাকাঙ্ক্ষিত ইলেকট্রোম্যাগনেটিক (Electromagnetic) Noise কে প্রতিহত করতে পারে।

তা ছাড়া দুটি তার প্যাঁচানো থাকে, প্রতিটি প্যাকে তার দুটি প্যারালালভাবে অবস্থান করে। ফলে অনাকাঙ্ক্ষিত Signal (Noise) দুটি তারকে সমানভাবে প্রভাবিত করতে পারে না। দুটি তারের মধ্যে একটি হয়ত Noise এর খুব কাছাকাছি থাকে, অন্যটি Noise থেকে দূরে অবস্থান করে। আবার পরের প্যাকে যেটি Noise থেকে দূরে ছিল, সেটি Noise-এর কাছাকাছি আসে এবং যেটি Noise-এর কাছাকাছি ছিল, সেটি Noise থেকে দূরে সরে যায়। ফলে অনাকাঙ্ক্ষিত Noise টুইস্টেড পেয়ারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত Signal-এর তেমন ক্ষতি করতে পারে না।

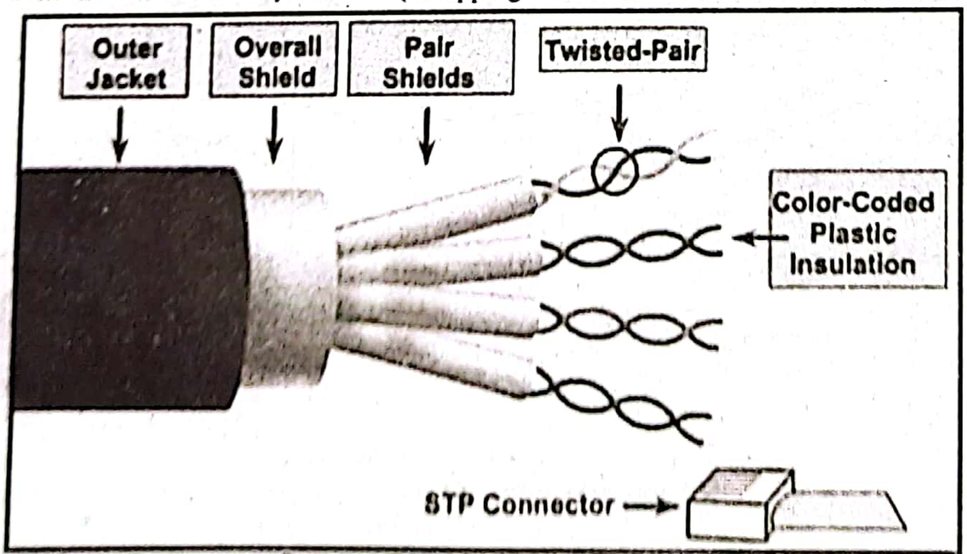
**প্রকারভেদ ঃ** সাধারণত Twisted pair cable-কে ২টি ভাগে ভাগ করা হয়েছে–

- Shielded twisted pair (STP) cable.
- Unshielded twisted pair (UTP) cable.

• **Shielded twisted pair (STP) cable ঃ** Shielded twisted pair-এর সংক্ষিপ্ত রূপ হলো STP। অনাকাঙ্ক্ষিত Noise প্রতিহত করার প্রযুক্তি (Techniques), ঢাল/আবরণ (Shielding) এবং জোড়া তারের (Twisted pair) সমন্বয়ে STP ক্যাবল তৈরি হয়। তারের প্রত্যেক জোড়াই ধাতবপাত (Metallic foil) দ্বারা মোড়ানো (Wrapping) থাকে। STP ক্যাবলে ২টি অংশ থাকে–

(ক) জোড়া তারের প্রত্যেকটি ধাতব সুতা দ্বারা বুনন করা থাকে (Wrapping in an overall metallic braid)

(খ) তারের উপর ধাতবপাত দ্বারা মোড়ানো থাকে (Wrapping in metallic foil)।

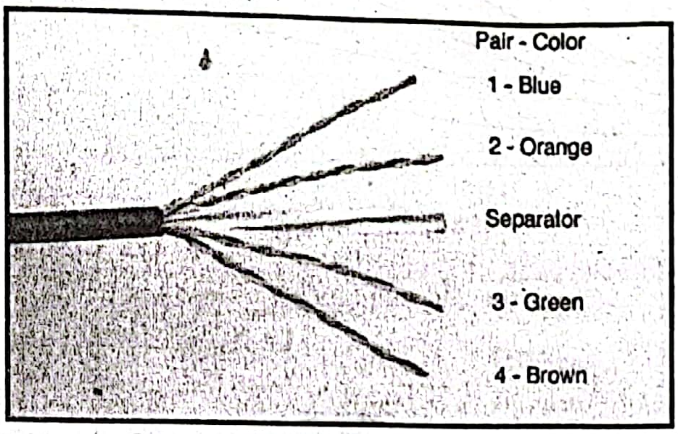



চিত্র ঃ ৪.৫ Shielded twisted pair cable

Scanned with CamScanner

STP-কে সাধারণত 150-ohm cable-ও বলা হয়। এ ধরনের ক্যাবল মূলত Token ring network এ ব্যবহৃত হয়। তারের Pair-to-pair বাঁধা বা একত্রে জুড়ে দেয়ার (Coupling) এ সময় এবং Cable এর মধ্যে Cross-talk এর সময় যে Electronic noise সৃষ্টি হয়, STP তা কমিয়ে দেয়। তা ছাড়া ক্যাবলের বাহিরের থেকে EMI (Electromagnetic interference) এবং RFI (Radio frequency interference) জনিত যে অনাকাঙ্ক্ষিত Electronic noise সৃষ্টি হয়, যা Main signal-কে ব্যাহত করতে পারে, তাও STP কমিয়ে দেয়।

• **Unshielded Twisted Pair (UTP) cable :** Twisted pair ক্যাবল দিয়ে Communication তৈরির ক্ষেত্রে যে Type টি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়, তা হলো Unshielded Twisted Pair (UTP) ক্যাবল। UTP কে চার জোড়া (Four-pair) Wire media-ও বলা হয়। UTP ক্যাবলের ৮টি কপার তার প্রত্যেকটি অপরিবাহী পদার্থ (Insulating material) দ্বারা আবৃত থাকে। আবার তারের প্রত্যেকটি জোড়া একে অপরের চেয়ে Colour code এর মাধ্যমে পৃথক থাকে। EMI এবং RFI-জনিত অনাকাঙ্ক্ষিত Signal (Degradation) কে সীমিত রাখতে এবং Twisted wire pair-জনিত Crosstalk এর কারণে যে ধরনের Unexpected সিগন্যাল উৎপন্ন হয়, তা বাতিলকরণে এ ধরনের ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।




চিত্র ঃ ৪.৬ Unshielded twisted pair cable

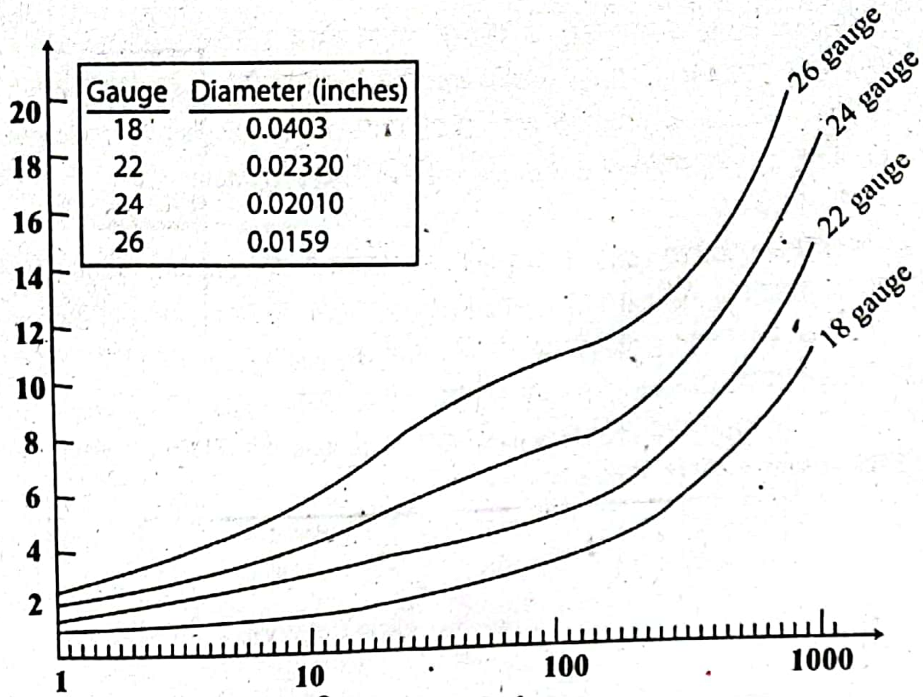
**ক্যাটাগরি (Categories) ঃ** EIA (The Electronic Industries Association) UTP ক্যাবলকে ৭টি ক্যাটাগরিতে বিভক্ত করেছে। নিম্নমানের ক্যাবলকে ক্যাটাগরি 1 এবং সবচেয়ে উন্নতমানের ক্যাবলকে ক্যাটাগরি 7 এ রাখা হয়েছে। প্রত্যেক EIA ক্যাটাগরি সুনির্দিষ্ট ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। যেমন–

| Category | Specification | Data rate (Mbps) | Use |
|---|---|---|---|
| 1. | Unshielded twisted-pair used in telephone | < 0.1 | Telephone |
| 2. | Unshielded twisted-pair originally used in | 2 | T-1 lines |
| 3. | Improved CAT 2 used in LANs | 10 | LANs |
| 4. | Improved CAT 3 used in Token Ring networks | 20 | LANs |
| 5. | Cable wire is normally 24 AWG with a jacket and outside sheath | 100 | LANs |
| 5E. | An extension to category 5 that includes extra features to minimize the cross-talk and electromagnetic interference | 125 | LANs |
| 6 | A new category with matched components coming from the same manufacture. The cable must be tested at a 200-Mbps data rate. | 200 | LANs |
| 7. | Sometimes called SSTP (shielded screen twisted-pair). Each pair is individually wrapped in a helical metallic foil followed by a metallic foil shield in addition to the outside sheath. The shield decreases the effect of cross-talk and increases the data rate. | 600 | LANs |

টেবিল ঃ ৪.২ Categories of UTP Cable

• **Performance ঃ** Twisted pair cable এর Performance পরিমাপের একমাত্র পদ্ধতি হলো Frequency এবং Distance এর বিপরীতে Attenuation কে Compare করা। নিম্নের ৪.৭ নং চিত্রে দেখা যাচ্ছে যে, Frequency বাড়ছে এবং Attenuation এর পরিমাপক একক হলো Decibels per kilometer (dB/km) এবং তারের Thickness এর মাপ হলো Gauge.

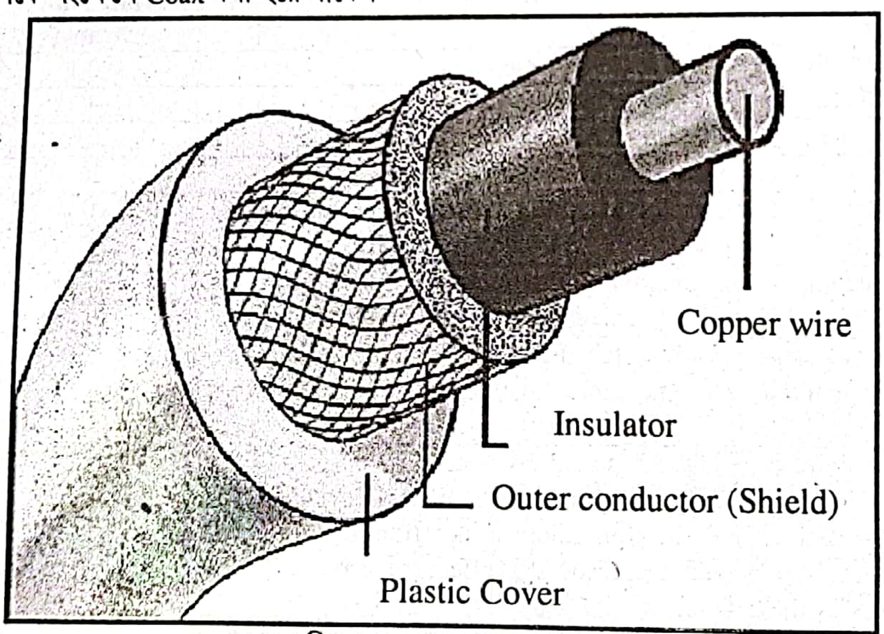
Scanned with CamScanner




চিত্র ঃ ৪.৭ UTP Performance

❑ **কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবল (Co-axial cable) ঃ** Co-axial ক্যাবল টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবলের বহনকৃত Frequency এর চেয়ে হাই-ফ্রিকুয়েন্সি Signal বহন করে। কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবল হলো এমন এক ধরনের ক্যাবল, যাতে গোলাকার আকৃতির দুটি Conductor, ১টি Insulator এবং ১টি Jacket থাকে। ২টি Conductor (পরিবাহী) এর মধ্যে একটি Conductor-কে বলা হয় Inner conductor অপরটি Outer conductor। Inner conductor সাধারণত Copper দিয়ে তৈরি (কপার সুপরিবাহী)। Inner conductor-এর বাহিরের চারপাশে নমনীয় অপরিবাহী (Flexible insulation) পদার্থ দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে। এ অপরিবাহীর বাহিরে Outer conductor থাকে, যা ধাতব পাত বা ধাতব সুতা (Metal foil or braid) কিংবা দুইয়ের সংমিশ্রণে তৈরি। Outer conductor সিলিন্ডারের আকৃতিবিশিষ্ট। Outer conductor এর বাহিরে পুরো তারকে ঢেকে দেয়ার জন্য Plastic cover থাকে, যাকে Cable jacket-ও বলা হয়।

Co-axial ক্যাবলকে সংক্ষেপে Coax বলা হয়ে থাকে।




চিত্র ঃ ৪.৮ Co-axial cable

Co-axial ক্যাবলের ২টি Conductor-এর মধ্যে Inner conductor-কে বাহিরে Electrical signal বা EMI থেকে Outer conductor রক্ষা করে থাকে। Outer conductor এবং Inner conductor এর মধ্যবর্তী দূরত্ব এবং Inner conductor এর চারপাশে যে Material insulating থাকে, তাদেরকে একসাথে ক্যাবল প্রপার্টিজ (Cable properties) বা ইম্পিড্যান্স (Impedance) বলে।

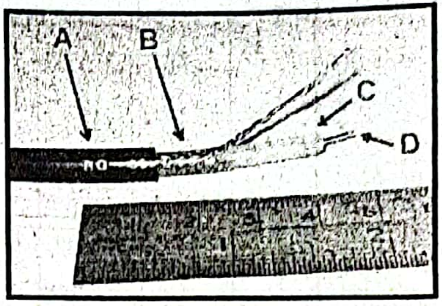
Scanned with CamScanner

ক্যাবল TV এর জন্য Co-axial ক্যাবলের আদর্শ Impedance হলো 75 ohms (Ω); আবার Ethernet thinnet এবং thicknet এর জন্য Co-axial ক্যাবলের আদর্শ impedance হলো 50Ω। ক্যাবলের ইম্পিড্যান্স-এর নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে Twisted pair ক্যাবলের চেয়ে উচ্চগতিতে ডাটা স্থানান্তরিত করা যায়।

কিছু Inner conductor copper plate দ্বারা তৈরি, কিন্তু High frequency-এর Performance পাওয়ার জন্য Inner conductor-কে সাধারণত Silver plate দ্বারা তৈরি করা হয়।

Inner conductor এর চারপাশে যে Insulator আছে, তা হতে পারে শক্ত প্লাস্টিক (Solid plastic) দিয়ে তৈরি বা প্লাস্টিকের ফৌম (Foam plastic) দিয়ে তৈরি কিংবা থাকতে পারে খালি স্থান, যাকে "Air with spacer" বলা হয়। সাধারণত শক্ত Polyethylene (PE)-কে কমন Insulator হিসেবে ব্যবহার করা হয়। Lower-loss ক্যাবলে Polyethylene ফৌম ব্যবহার করা হয়।

শক্ত Teflon (PTFE)-কেও অনেক ক্যাবলে Insulator হিসেবে ব্যবহার করা হয়। তা ছাড়া কিছু কিছু Co-axial ক্যাবলে বাতাসপূর্ণ খালি জায়গাতে Insulator হিসেবে থাকে, যা Outer conductor (shield) থেকে Inner conductor কে পৃথক রাখে, যাতে দুটি Conductor পরস্পর স্পর্শ না করে।




RG-59 flexible coaxial cable.
A: outer plastic sheath
B: copper screen
C: inner dielectric insulator
D: copper core

চিত্র ঃ ৪.৯

Outer conductor যাকে Shield বলা হয়, তা বিভিন্ন ধরনের হয়ে থাকে। Co-axial ক্যাবলের Outer conductor সাধারণত কপার তারের সুতা (Braid copper wire) দ্বারা তৈরি, যাতে ক্যাবলটি নমনীয় (Flexible) হয় এবং Shield লেয়ারের মধ্যে গ্যাপ (Gap) থাকে। Braid সমতল (Flat) নয় বিধায় Shield এর আয়তন হেরফের হয়।

আবার মাঝে মাঝে Braid সিলভার দিয়ে তৈরি হয়। তবে Shield এর ভালো Performance পাওয়ার জন্য ক্যাবলের মধ্যে Double-layer shield ব্যবহার করা হয়। কিন্তু কিছু কিছু Shield আছে, যা শক্ত ধাতব Tube দ্বারা তৈরি। এ সমস্ত ক্যাবলকে ফিতা/দড়ির প্যাঁচ দিয়ে বাঁকানো যায় না। অধিকাংশ Cable television (CATV)-এ এই ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।

Outer conductor-এর বাহিরে যে Insulating Jacket থাকে, তা বিভিন্ন Materials দিয়ে তৈরি। আর বিভিন্ন Materials এর মধ্যে কমন হলো PVCA (Polyvinyl chloride), কিন্তু আজকাল কিছু কিছু ক্যাবলে অগ্নিপ্রতিরোধক (Fire-resistant) Materials ব্যবহার করা হয় এবং এতে Ultraviolet light (অতিবেগুনি রশ্মি) এবং Oxidation কে প্রতিরোধ করে ক্যাবলকে রক্ষা করা হয়। Co-axial ক্যাবলের শেষ দু-প্রান্তে RF connector সংযুক্ত থাকে।

**Standards ঃ** অধিকাংশ Co-axial ক্যাবলের ইম্পিড্যান্স 50Ω বা 52Ω বা 75Ω বা 93Ω। Radio frequency (RF) industry কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবলের জন্য Standard type name ব্যবহার করে থাকে। Radio government (RG) rating এর উপর ভিত্তি করে Co-axial ক্যাবলকে কয়েকটি Standard এ বিভক্ত করা হয়েছে। যেমন–

"RG-6" তাদের একটি। টেলিভিশনের কথা চিন্তা করলেই সাধারণত Home use এর জন্য RG-6 ক্যাবলটি বেশি ব্যবহৃত হয় ও ক্যাবলটির ইম্পিড্যান্স হলো 75Ω।

সেনাবাহিনীর (Military) ব্যবহারের জন্য Signal passing এর উপর ভিত্তি করে Co-axial ক্যাবলকে "RG #" অথবা "RG # U" গ্রুপে বিভক্ত করে বিভিন্ন standard এ নামকরণ করা হয়। যেমন–

**টেবিল-৪.৩ ঃ RG standards**

| Type | Approx. imped. [ ] | Core | Type | Dielectric | | Overall diameter | | Braid | Velocity factor | Comments |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | [in] | [mm] | [in] | [mm] | | | |
| RG-6/U | 75 | 1.0 mm | Solid PE | 0.185 | 4.7 | 0.332 | 1.4 | double | 0.75 | low loss at high frequency for cable television, satellite television and cable modems |
| RG-6/UQ | 75 | | Solid PE | | | 0.298 | 1.62 | quad | | This is "quad shield RG-6". It has four layers of shielding, regular RG-6 only has one or two. |
| RG-8/U | 50 | 2.17mm | Solid PE | 0.285 | 7.2 | 0.405 | 10.3 | | | Thicknet (10 base5) and amateur radio |
| RG-9/U | 51 | | Solid PE | | | 0.420 | 10.7 | | | Thicknet Thicknet (10base5) |
| RG-11/U | 75 | 1.63mm | Solid PE | 0.285 | 7.2 | 0.412 | 10.5 | | 0.66 | Used for long drops and underground |
| RG-58/U | 50 | 0.9mm | Solid PE | 0.116 | 2.9 | 0.195 | 5.0 | siglo | 0.66 | used for rediocommunication and amateur radio, thin ethernet (10base2) and NIM electronics, Common. |

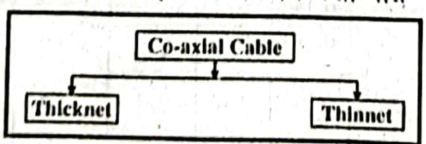
Scanned with CamScanner

| Type | Approx. Imped. [ ] | Core | Type | Dielectric | | Overall diameter | | Braid | Velocity factor | Comments |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | [in] | [mm] | [in] | [mm] | | | |
| RG-59/U | 75 | 0.81mm | Solid PE | 0.164 | 3.7 | 0.242 | 6.1 | sigle | 0.84 | used to cary baseband video in closed circuit teletronics previously used for cable television. Generally it has poor shielding but will carry an HQ HD signal or video over short distances. |
| RG-62/U | 92 | | Solid PE | | | 0.242 | 6.1 | single | 0.84 | used for ARCNET and automotive radio antennas. |
| RG-62/A | 93 | | ASP | | | 0.242 | 6.1 | single | | used for NIM electronics |
| RG-174/U | 50 | 0.48mm | Solid PE | 0.100 | 2.5 | 0.100 | 2.55 | single | | common for wifi pigtails, more flexible but higher loss that RG58; used with LEMO 00 connectors in NIM electronics. |
| RG-178/U | 50 | 2 × 0.1 mm Ag plted Cu clad steel | PTFE | 0.033 | 0.84 | 0.071 | 1.8 | single | 0.69 | |
| RG-179/U | 75 | 2×0.1 mm Ag plted Cu clad steel | PTEF | 0.063 | 1.6 | 0.405 | 2.5 | single | 0.67 | VGA RGBHV |
| RG-213/U | 50 | 7 × 0.0296 in Cu | Solid PE | 0.285 | 7.2 | 0.405 | 10.3 | single | 0.66 | for radiocommunication and amateur radio. EMC iest antenna cables. Typically lower loss than RG58. Common. |
| RG-214/U | 50 | 7 × 0.0296 in | PTFE | 0.285 | 7.2 | 0.425 | 10.8 | double | 0.66 | |
| RG-218/U | 50 | 0.195 in Cu | Solid PE | 0.660 (0.680?) | 16.76 (17.27?) | 0.870 | 22 | single | 0.66 | large diameter not very flexible, low loss (2.5dB/100 @ 400 MHz), dielectric withstand. |

টেবিল ৪.৪ Commercial Designations

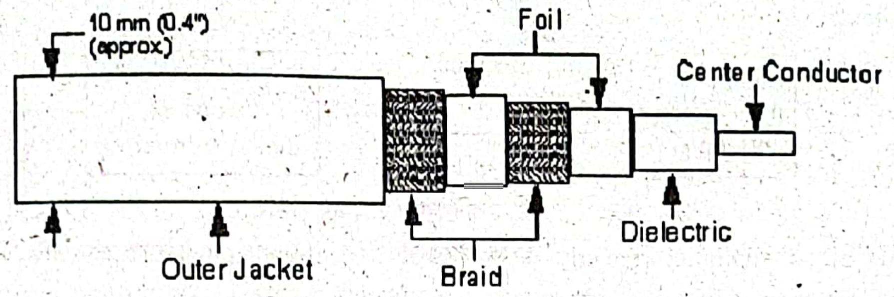
| Type | Approx. imped. [ ] | Core | Type | Dielectric | | Overall diameter | | Braid | Velocity factor | Comments |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | [in] | [mm] | [in] | [mm] | | | |
| H155 | 50 | | | | | | | | 0.79 | lower loss at high frequency for radio communication and amateur radio. |
| H500 | 50 | | | | | | | | 0.82 | low loss at high frequency for radiocmmunication and amateur radio. |
| LMR-195 | 50 | | | | | | | | | low loss drop-in replacement for RG-58. |
| LMR-200 HDF-200 CDF-200 | 50 | 1.12 mm Cu | PF CF | 0.116 | 2.95 | 0.195 | 4.95 | | 0.83 | low loss communications, 0.554 dB/meter @ 2.4 GHz |
| LMR-400 HDF-400 CDF-400 | 50 | 2.74 mm Cu clad Al | PF CF | 0.285 | 7.24 | 0.405 | 10.29 | | 0.85 | low loss communications, 0.554 dB/meter @ 2.4 GHz. |
| LMR-600 | 50 | 4.47 mm Cu clad Al | PF | 0.455 | 11.56 | 0.590 | 14.99 | | 0.87 | low loss communications, 0.223 dB/meter @ 2.4 GHz |
| LMR-900 | 50 | 6.65 mm BC tube | PF | 0.680 | 17.27 | 0.870 | 22.10 | | 0.87 | low loss communications, 0.098 dB/meter@ |
| LMR-1200 | 50 | 8.86 mm BC tube | PF | 0.920 | 23.37 | 1.200 | 30.48 | | 0.88 | low loss communications, 0.075 dB/meter@ 2.4 GHz |
| LMR-1700 | 50 | 13.39 mm BC tube | PF | 1.350 | 3.29 | 1.670 | 42.42 | | 0.89 | low loss communications, 0.056 dB/meter @ 2.4 GHz |

**প্রকারভেদ ঃ** গঠন অনুসারে কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবলকে ২টি ভাগে ভাগ করা যায়–




চিত্র ৪.১০

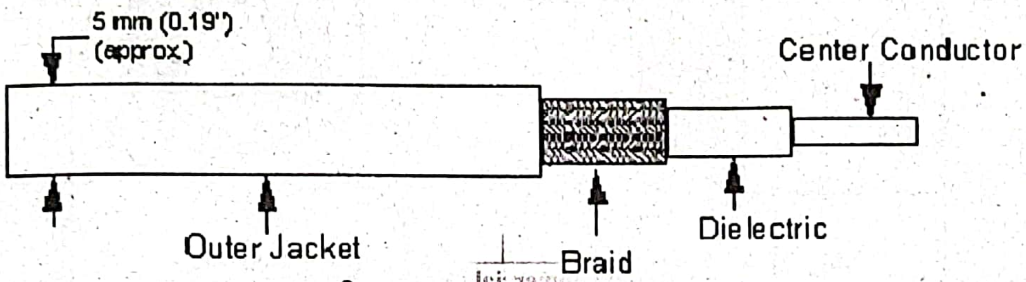
**Thicknet :** Thicknet-কে Thicknetwire-ও বলা হয়। Thicknet ক্যাবল হলো Co-axial ক্যাবলের Larger সাইজ। এর ব্যাস 0.4 ইঞ্চি এবং ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইম্পিড্যান্স (Electromagnetic impedance) 50Ω। Thicknet ক্যাবল লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্কে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। Backbone wiring-এর ক্ষেত্রেও Thicknet ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।




চিত্র : ৪.১১ Thicknet co-axial cable

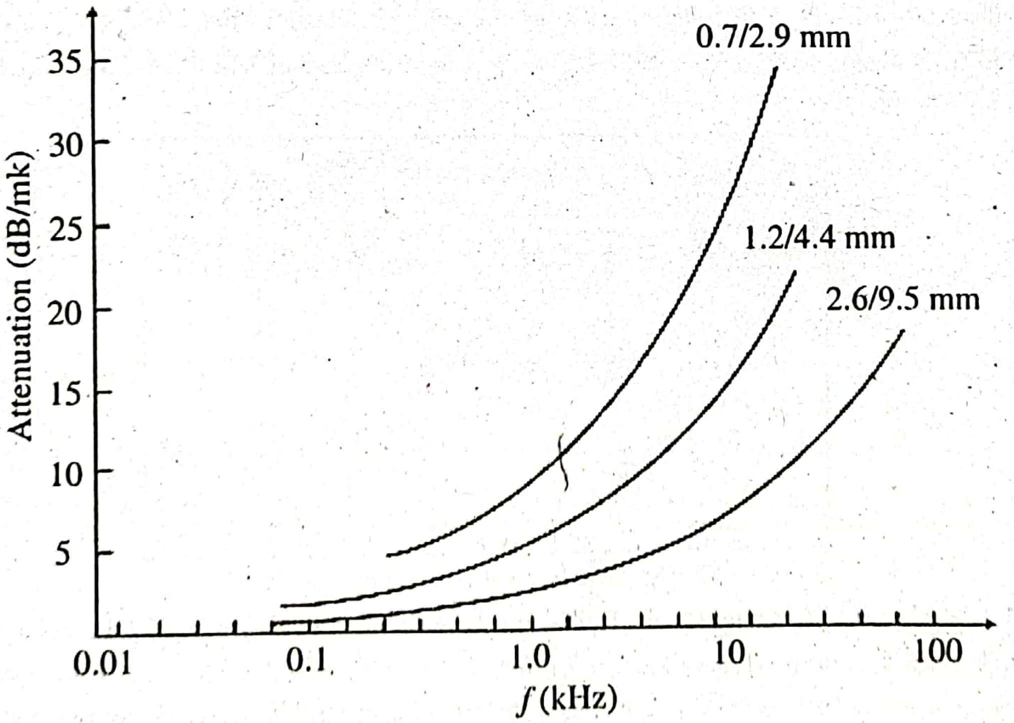
**Thinnet :** Thinnet ক্যাবল হলো Co-axial ক্যাবলের Smaller সাইজ। এর ব্যাস হলো 0.2 ইঞ্চি এবং ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইম্পিড্যান্স (Electromagnetic impedance) হলো 50Ω। Thinnet ক্যাবলকে সংক্ষেপে Thinwire-ও বলা হয়।

Thinnet ক্যাবল, Thicknet ক্যাবলের চেয়ে সস্তা এবং Installation খুব সহজ। Thinnet দিয়েও LAN করা হয়, কিন্তু Thinnet এর পরিবর্তে Twisted pair দ্বারা LAN করা আরও সহজ।




চিত্র : ৪.১২ Thinnet co-axial cable

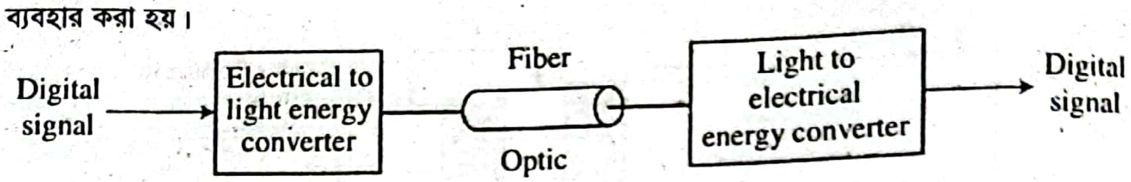
**Performance :** Co-axial ক্যাবলের Performance-এর লেখচিত্র নিচে দেয়া হলো। লেখচিত্র থেকে বুঝা যাচ্ছে যে, Twisted pair ক্যাবলের চেয়ে Co-axial ক্যাবলের Attenuation উচ্চ। যদিও Co-axial ক্যাবলের Bandwidth উচ্চ, তারপরও Signal passing-এ তাড়াতাড়ি দুর্বল হয়ে পড়ে। এ অসুবিধা দূর করার জন্য ক্যাবলের কিছুদূর পর পর Repeater ব্যবহার করা হয়।




চিত্র : ৪.১৩ Co-axial ক্যাবল Performance

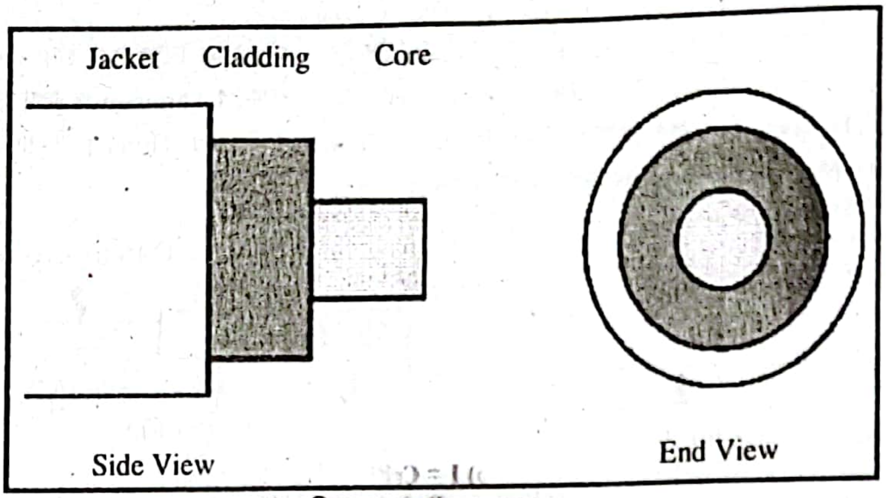
**❑ ফাইবার অপটিক ক্যাবল (Fiber optic cable) ঃ** ফাইবার অপটিক্যাল তৈরিতে খুব সরু হাজার হাজার কাচের তৈরি তন্তু বা প্লাস্টিক ব্যবহার করা হয়। এ তন্তু দিয়ে আলোর গতিতে প্রবাহিত লেজার রশ্মির সাহায্যে Data স্থানান্তর করা হয়।

ক্যাবলের শুরুতে একটি Electrical to light energy converter এবং ক্যাবলের শেষপ্রান্তে একটি Light to electrical energy converter ব্যবহার করা হয়।



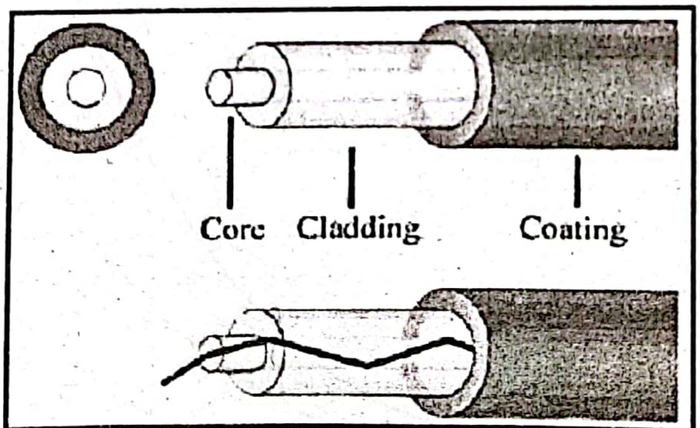

চিত্র ঃ ৪.১৪ অপটিক্যাল ফাইবার পদ্ধতি

অপটিক্যাল ফাইবার Electrical signal transmit করতে পারে না। Electrical signal-গুলোকে তাই অবশ্যই Light signal-এ convert করতে হয়।




চিত্র ঃ ৪.১৫ Optical fiber

অপটিক্যাল ফাইবারের মধ্যে যে সরু কাচ (Glass) থাকে, তাকে কোর (Core) বলা হয়। কোরের বাহিরের চারপাশে ধাতব যে Concentric layer থাকে, তাকে ক্ল্যাডিং (Cladding) বলা হয়। সাধারণত কোরের ব্যাস (Diameter) 62.5 microns (1 micron = $10^{-6}$ মিটার অর্থাৎ 1 মাইক্রোন = 1 মিটারের দশ লক্ষ ভাগের এক ভাগ) এবং ক্ল্যাডিং (Cladding) এর ব্যাস হলো 125 মাইক্রোন (Microns)। ক্ল্যাডিং এর উপর যে পাতলা আবরণ (Coating), যা প্লাস্টিক (Plastic) দিয়ে তৈরি, তাকে Jacket বলা হয়। ফলে Abrasion (ঘষটানি), Solvents (দ্রাবক) এবং অন্যান্য Contaminant থেকে Jacket ফাইবারের Core এবং Cladding কে রক্ষা করে।

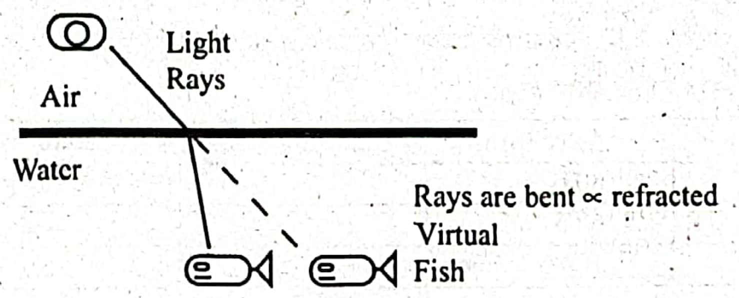



চিত্র ঃ ৪.১৬ Core and cladding of optical fiber

অপটিক্যাল ফাইবার ক্যাবলের Center-এ আলো Transmission করার জন্য যে সরু কাচের Element থাকে, তাকে Core (কোর) বলে। সকল ধরনের Lighting signal কোরের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। কোরের Glass-কে সিলিকন ডাই-অক্সাইড (Silica) এবং অন্যান্য Element-এর সমন্বয়ে তৈরি করা হয়। এতে কোরের বাহিরের সীমানার দিকে আলো প্রতিসরণ (Refraction) এর প্রবণতা কম থাকে। ফলে কেন্দ্রের আলোর পরিমাণের চেয়ে কোরের বাহিরে আলোর পরিমাণ কম থাকে।

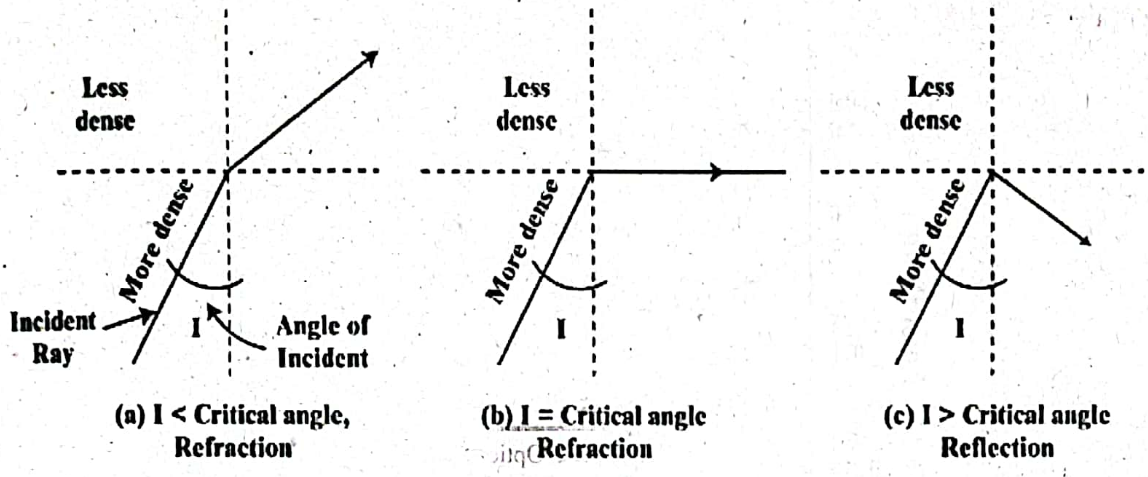
Scanned with CamScanner

**আলো চলাচলের প্রক্রিয়া ঃ**




চিত্র ঃ ৪.১৭

আলো প্রতিসরণের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য হলো– আলোকরশ্মি যখন এক মাধ্যম থেকে অন্য মাধ্যমে প্রবেশ করে, তখন হয় মিডিয়া অতিক্রম করবে, না হয় প্রতিফলিত হবে। যখন আলোকরশ্মি এক মিডিয়া থেকে অন্য মিডিয়ায় যায়, তখন তা বেঁকে যায়। যেমন– এর প্রকৃত উদাহরণ হলো– পুকুরের পানিতে মাছ শিকার করা।

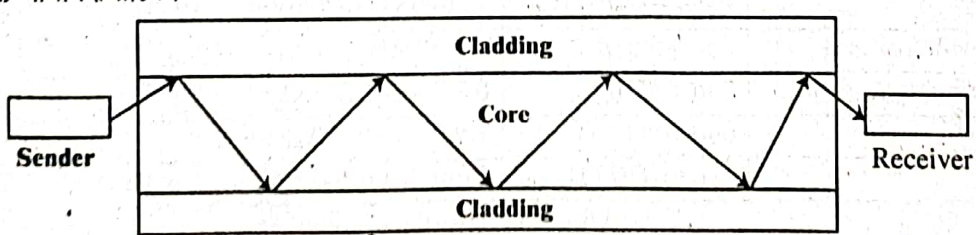



চিত্র ঃ ৪.১৮ Bending of light ray

কোনো আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে যাওয়ার ক্ষেত্রে আপতন কোণ (Angle of incident) যদি সংকট কোণ (Critical angle) অপেক্ষা ছোট হয়, তখন প্রতিসরণের নিয়ম অনুযায়ী আলোকরশ্মিটি প্রতিসরিত হবে এবং হালকা মাধ্যমের মধ্যে প্রবেশ করবে। আপতন কোণ (Angle of incident) যদি সংকট কোণ (Critical angle) এর সমান হয়, তবে প্রতিসরিত রশ্মিটি বিভেদতল (দুটি মাধ্যম) ঘেঁষে যাবে। অর্থাৎ আলোকরশ্মিটি প্রতিসরিত (Refraction) হবে। আবার আপতন কোণ (Angle of incident) যদি সংকট কোণ (Critical angle) অপেক্ষা বড় হয়, তখন আলোকরশ্মিটি প্রতিসরিত হবে না এবং প্রতিফলিত (Reflection) হয়ে আবার একই মাধ্যমে ফিরে আসে।

**সংকট কোণ (Critical angle) ঃ** কোন আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে যাওয়ার ক্ষেত্রে যে আপতন কোণের জন্য প্রতিসরণ কোণ 90° হয়, ঘন মাধ্যমে সে নির্দিষ্ট আপতন কোণকে ঐ দু'মাধ্যমের সংকট কোণ বলে।

অপটিক্যাল ফাইবারের একটি Channel এর মধ্য দিয়ে আলো প্রতিসরণ ও প্রতিফলনের নিয়মানুযায়ী চলাচল করে। Glass বা Plastic-এর তৈরি কোর (Core) এর চারপাশে যে ক্ল্যাডিং (Cladding) থাকে, তা Glass বা Plastic এর হালকা মাধ্যম (Less dense)। কোর (Core) আলোকরশ্মিকে প্রতিসরিত (Refracted) করে, ক্ল্যাডিং (Cladding) আলোকরশ্মিকে প্রতিফলিত (Reflected) করায়। কোর (Core) আলোকে প্রতিসরিত করে আলো চলাচলের পথে পথপ্রদর্শক হিসেবে কাজ করে, Cladding আলোকে প্রতিফলিত করে পুনরায় কোরের মধ্যে ফিরিয়ে নিয়ে আসে এবং আলোকে কোর-ক্ল্যাডিং (মিডিয়া) এর বাহিরে যেতে বাধা প্রদান করে মিডিয়ার মধ্যে সীমাবদ্ধ রাখে।




চিত্র ঃ ৪.১৯ Optical fiber

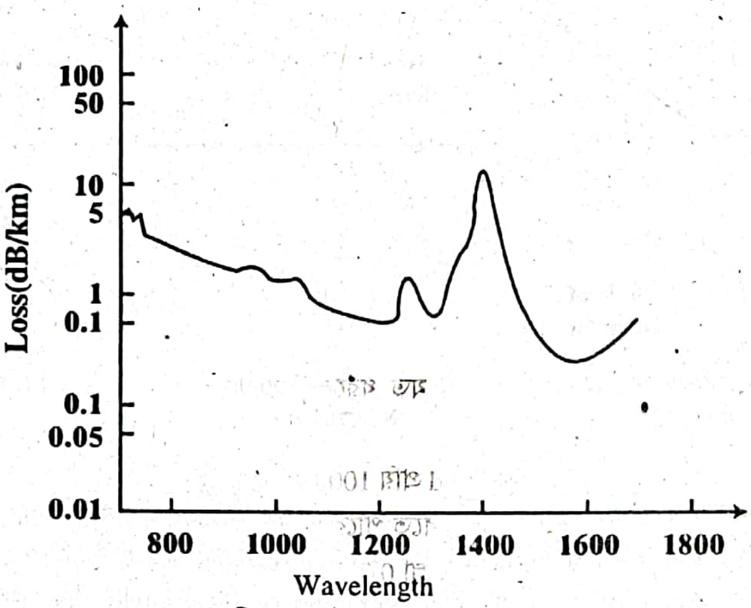
Scanned with CamScanner

**ফাইবার সাইজ (Fiber size) ঃ** কোর (Core) এবং ক্ল্যাডিং (Cladding) এর ব্যাসের (Diameter) উপর ভিত্তি করে অপটিক্যাল ফাইবারের সাইজ বিভিন্ন হয়ে থাকে। ব্যাস পরিমাপক একক হলো মাইক্রোন বা মাইক্রোমিটার, যাকে সংক্ষেপে μm প্রতীকে প্রকাশ করা হয়। নিম্নে কিছু কমন ফাইবার সাইজ দেয়া হলো ঃ

| Type | Core (μm) | Cladding (μm) | Mode |
|---|---|---|---|
| 50/125 | 50.0 | 12.5 | Multimode graded index |
| 62.5/125 | 62.5 | 125 | Multimode graded index |
| 100/125 | 100.0 | 125 | Multimode graded index |
| 7/125 | 7.0 | 125 | Single mode |

টেবিল ঃ ৪.৩ Fiber types

**Performance ঃ** অপটিক্যাল ক্যাবলের Attenuation এবং Wavelength-এর রূপরেখা নিচের চিত্রে দেয়া হলো। Co-axial এবং Twisted pair cable এর চেয়ে Attenuation fiber optic ক্যাবলে অত্যন্ত কম। এ ক্যাবলে অন্যান্য ক্যাবলের চেয়ে কম সংখ্যক Repeater প্রয়োজন হয়।




চিত্র ঃ ৪.২০ Optical fiber

## ৪.৩ টুইস্টেড পেয়ার (STP, UTP), কো-অ্যাক্সিয়াল এবং অপটিক্যাল ফাইবারের বৈশিষ্ট্য (Statement of the characteristics of twisted pair (STP, UTP), co-axial and fiber-optic cable) ঃ

কম্পিউটার এবং অন্যান্য টেলিকমিউনিকেশনস ডিভাইসগুলোর মধ্যে ডাটার আদান-প্রদানের ক্ষেত্রে Signal ব্যবহার করা হয়। আর এ Signal-কে এক ডিভাইস থেকে অন্য ডিভাইসে Transmit করার ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় Transmission media। এ Transmission media সাধারণত দু'প্রকার, যথা– (ক) Guided এবং (খ) Unguided।

সিগন্যাল Transfer rate-এর উপর ভিত্তি করে Guided media কে কয়েকটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে। Twisted pair, Co-axial এবং Fiber-Optic ক্যাবল তাদের অন্যতম। Frequency ranges, Attenuation delay এবং Repeater-গত তাদের মধ্যে যে বৈশিষ্ট্য, তা হলো–

| | Frequency Range | Typical attenuation | Delay | Repeater spacing |
|---|---|---|---|---|
| Twisted pair (with loading) | 0 to 3.5 kHz | 0.2 dB/km @ 1kHz | 50μs/km | 2 km |
| Twisted pairs (multipair cables) | 0 to 1 MHz | 0.7 dB/km @ 1 kHz | 5μs/km | 2 km |
| Co-axial cable | 0 to 500 MHz | 7dB/km @ 10 MHz | 5μs/km | 1 to 9 km |
| Optical fiber | 186 to 370 THz | 0.2 to 0.5 dB/km | 5μs/km | 40 km |

টেবিল ঃ ৪.৫ Characteristics of guided Media.

THz = Tera Hertz = $10^{12}$ Hz

Scanned with CamScanner

**❑ টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবলের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of twisted pair cable) ঃ**

⇒ Analog এবং Digital ট্রান্সমিশনে Twisted pair ক্যাবল ব্যবহৃত হয়। Analog সিগন্যালের ক্ষেত্রে প্রতি 5 থেকে 6 কিমি পর পর সিগন্যালকে Amplify করতে হয়। আবার ডিজিটাল ট্রান্সমিশনের ক্ষেত্রে প্রতি 2 থেকে 3 কিমি পর পর Repeater বসিয়ে সিগন্যালকে Repeat করতে হয়।

Twisted pair ক্যাবল আবার ২ প্রকার– (a) Shielded twisted pair (STP) (b) Unshielded twisted pair (UTP)। নিম্নে তাদের বৈশিষ্ট্য দেয়া হলো ঃ

**❑ Shielded twisted pair (STP) ক্যাবলের বৈশিষ্ট্য ঃ**

(ক) Co-axial কিংবা UTP ক্যাবলের চেয়ে দাম বেশি।
(খ) এ ক্যাবল পুরু ও শক্ত হওয়ায় নাড়াচাড়া করা যায়।
(গ) এতে Attenuation বিদ্যমান।
(ঘ) EMI সমস্যা পুরোপুরি দূর হয় না।
(ঙ) Installation process সহজ।
(চ) এর ডাটা Transmission speed প্রায় 0 থেকে 100 Mbps।
(ছ) এর সাহায্যে 100 মিটার দূরত্ব পর্যন্ত Data transmit করা যায়।
(জ) মিডিয়া এবং কানেক্টর সাইজ সাধারণত মাঝারি (Medium) থেকে বড় (Large) পর্যন্ত হয়।

**❑ Unshielded twisted pair (UTP) ক্যাবলের বৈশিষ্ট্য ঃ**

(ক) এ ধরনের Cabling cost সবচেয়ে কম।
(খ) Cat 5 ব্যতীত UTP ক্যাবলের ইনস্টলেশন খরচ খুবই কম।
(গ) Installation Process বেশ সহজ।
(ঘ) Attenuation সমস্যা বিদ্যমান।
(ঙ) সাধারণত লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্কিং এ যত ধরনের ওয়্যার মিডিয়া আছে, সবার চেয়ে Cost কম হলো UTP ক্যাবলের।
(চ) UTP ক্যাবলের Data transmission speed প্রায় 100 Mbps।
(ছ) এটি কয়েক শত মিটার পর্যন্ত Transmit করতে পারে।
(জ) UTP ক্যাবলের টিপিক্যাল অ্যাটেনুয়েশন হলো 0.7 dB/km@1kHz.
(ঝ) UTP ক্যাবলের টিপিক্যাল ডিলে হলো 5μs/km.
(ঞ) UTP ক্যাবলের রিপিটার স্পেসিং = 2km.
(ট) UTP ক্যাবলের ফ্রিকুয়েন্সি Range হলো 0 to 1MHz.
(ঠ) এতে EMI বা Transmission loss এবং Cross-talk সমস্যা বিদ্যমান।
(ড) তাপমাত্রার রেঞ্জ (Temperature range) ঃ 20° থেকে 60°C.
(ঢ) অপরিবাহী পদার্থ (Insulation material) ঃ Polyolefin.
(ণ) ধাতব জ্যাক (Jack material) ঃ FR-PVC.
(ত) সর্বনিম্ন Conductor (Min-conductor OD) ঃ 0.515 mm.
(থ) সর্বনিম্ন ইনসুলেটর (Min. insulator OD) ঃ 0.889 mm.
(দ) স্বাভাবিক ওজন (Nom. weight 305 Mtrs) ঃ 9.5 kgs.
(ধ) স্বাভাবিক ব্যাস (Nom. Diameter) ঃ 5.1 mm.

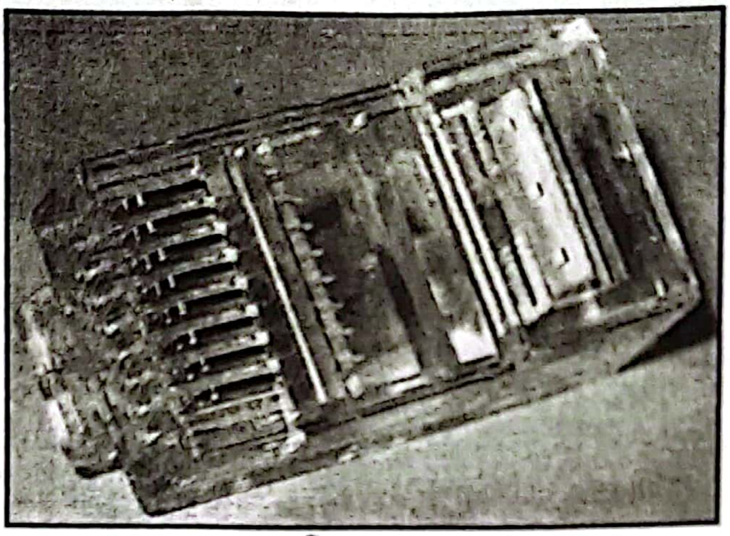
**কালার কোড (Color code) ঃ**

Pair 1 : নীল এবং সাদা/নীল (Blue & White/Blue)
Pair 2 : কমলা এবং সাদা/কমলা (Orange & White/Orange)
Pair 3 : সবুজ এবং সাদা/সবুজ (Green & White/Green)
Pair 4 : বাদামি এবং সাদা/বাদামি (Brown & White/Brown)।

Scanned with CamScanner

**কানেক্টরের সাথে সংযোগ (Connection with connector) :**

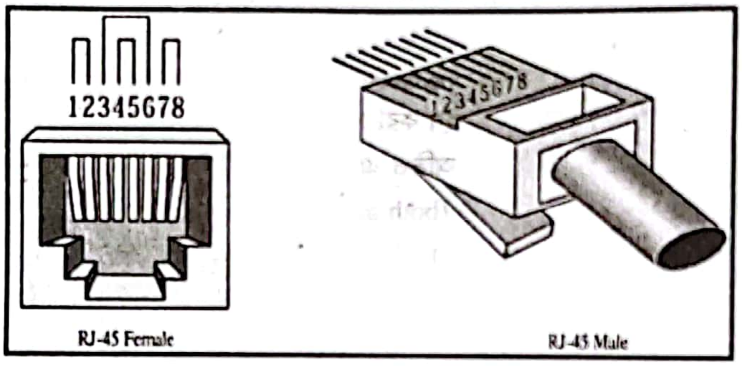
অধিকাংশ UTP ক্যাবলের জন্য কানেক্টর হলো RJ-45.



চিত্র : ৪.২১

যখনই UTP ক্যাবলকে RJ-45 কানেক্টরের সাথে Install করানো হয়, তখনই তা নেটওয়ার্ক Source থেকে উৎপন্ন Noise কে কমিয়ে দেয়।

Electronic industries alliance (EIA) এবং Telecommunications Industry Association (TIA) ইউটিপি (UTP) ক্যাবলের জন্য RJ-45 কানেক্টরকে সিলেক্ট করছে। RJ অক্ষর দ্বারা বুঝানো হয়– Registered Jack এবং 45 দ্বারা বুঝায়– স্পেশাল ওয়্যারিং Sequence। চিত্র নং ৪.২২ এ UTP কানেক্টরের Male এবং Female দেয়া হলো :




চিত্র : ৪.২২ UTP কানেক্টর

**❑ Co-axial ক্যাবলের বৈশিষ্ট্য (The characteristics of Co-axial cable) :**

**Co-axial ক্যাবলের বৈশিষ্ট্য নিম্নে দেয়া হলো :**

(ক) Co-axial ক্যাবলের Cost, প্যারালাল ওয়্যার-এর চেয়ে বেশি। আবার Thinnet এর দাম, Thicknet-এর চেয়ে কম।

(খ) Co-axial ক্যাবলকে Install করা অপেক্ষাকৃত সহজ। কারণ ক্যাবলটি বলবান (Robust) আকৃতির এবং এটি সহজে নষ্ট হয় না। মূলত Ethernet ও ARC net এ দুটি Configuration-এ Co-axial ক্যাবল Install করা হয়।

(গ) Co-axial ক্যাবলের Capacity বা Data transmission speed প্রায় 20Mbps পর্যন্ত।

(ঘ) এর ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ 0–500 MHz.

(ঙ) Co-axial ক্যাবলের টিপিক্যাল অ্যাটেনুয়েশন 7dB/km @ 10MHz.

(চ) এর টিপিক্যাল ডিলে 4μs/km.

(ছ) এর Repeater স্পেসিং 0–9km.

(জ) এতে Electromagnetic interference (EMI) নেই বললেই চলে।

(ঝ) Analog এবং Digital উভয় সিগন্যাল Transmit-এ Co-axial ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।

(ঞ) Long-distance এ অ্যানালগ সিগন্যাল ট্রান্সমিশনের ক্ষেত্রে কিছু কিলোমিটার পর পর সিগন্যালকে Amplify করার প্রয়োজন হয়। আর Digital সিগন্যাল ট্রান্সমিশনের ক্ষেত্রে প্রতি কিমি. পর পর Repeater দ্বারা সিগন্যালকে amplify করার প্রয়োজন হয়।

Scanned with CamScanner

(ট) Fiber-optic ক্যাবল অপেক্ষা Co-axial ক্যাবল কম দামি এবং এর প্রযুক্তি (Technology) হলো well-known (সুপরিচিত)।

(ঠ) Cable Television-এর বিভিন্ন ধরনের Data communication-এ এটা অনেক বছর ধরে ব্যবহার হয়ে আসছে।

(ড) Twisted pair এর চেয়ে Co-axial ক্যাবলের Installation খরচ তুলনামূলক বেশি।

(ঢ) Thicknet ক্যাবল বিশেষ উদ্দেশ্যে Installation ছাড়া কদাচিৎ ব্যবহৃত হয়।

(ণ) Outside এ 0.35 cm ব্যাসবিশিষ্ট Thinnet ক্যাবল Ethernet network-এ ব্যবহৃত হয়। Thinnet-এর Installation, thicknet এর চেয়ে তুলনামূলক সহজ ও কম দামি।

(ত) কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবল হলো এমন এক ধরনের ক্যাবল, যাতে গোলাকার আকৃতির দুটি Conductor, একটি Insulator এবং একটি Jacket থাকে। দুটি Conductor-এর মধ্যে একটি Conductor-কে বলা হয় Inner conductor, আর অপরটি Outer conductor।

(থ) বিভিন্ন Application এ অধিকাংশ Co-axial ক্যাবলের Impedance হলো 50 ohms, 60 ohms, 75 ohms এবং 93 ohms.

(দ) **50 ohms ঃ** Radio transmitter-এর ক্ষেত্রে 50Ω Co-axial ক্যাবল ব্যাপকমাত্রায় ব্যবহৃত হয়। কারণ অধিকাংশ Transmitter antenna-এর সাথে সুন্দরভাবে Match হয় এবং উচ্চশক্তিতে Transmitter সহজে Handle করতে পারে। High frequency digital applications (যেমন– ECL and PELC logic matches nicely to 50 ohms cable), electronics laboratory interconnection (যেমন– High-frequency oscilloscope probe cables) এবং Co-axial ethernet network এ 50 ohm Co-axial ক্যাবল ব্যবহার হয়ে থাকে। এ ছাড়া সাধারণত RG-8 এবং RG-58 গঠনেও 50Ω ব্যবহৃত হয়।

(ধ) **60 ohms ঃ** 1950 সালে ইউরোপে Radio-এর ক্ষেত্রে 60Ω Co-axial ক্যাবল পছন্দ করতো। কারণ এটা একসাথে Transmitting-এর কাজ করতো এবং Antenna network-এরও কাজ করতো। কিন্তু আজকাল ইউরোপে RF সিস্টেমে 50Ω অথবা 75Ω-ই বেশি ব্যবহৃত হচ্ছে।

(ন) **75 ohms ঃ** কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবলের 75Ω Impedance বৈশিষ্ট্যটি হলো আন্তর্জাতিক মানের, যার উপর নির্ভর করে Long distance এর জন্য Co-axial ক্যাবল ডিজাইন করা হয়।
75Ω ভিডিও কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবলটি ভিডিও, অডিও এবং টেলিকমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে ব্যাপকমাত্রায় ব্যবহৃত হয়। সাধারণত সকল Baseband video application (both analog and digital)-এ যে কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবলটি ব্যবহৃত হয়, তা হলো 75Ω Impedance বৈশিষ্ট্যের ক্যাবল।

(প) **93 ohms ঃ** আজকাল এই বৈশিষ্ট্যের ক্যাবলটি তেমন ব্যবহৃত হয় না। এক সময় কম্পিউটার এবং মনিটরের মধ্যে সংযোগ দেয়ার জন্য এ ধরনের ক্যাবল use হতো। এ ছাড়া কিছু Digital communication systems (IBM-3270 terminal network) এবং কিছু কিছু LAN-এ এই ধরনের ক্যাবল ব্যবহৃত হতো।

(ফ) Co-axial ক্যাবলের কিছু কমন Insulating materials আছে। তাদের Velocities হলো–

- Polyethylene (PE) -------------------- 66%
- Teflon ---------------------------------- 70%
- Foam ---------------------------------- 78–86%

নিম্নে Co-axial ক্যাবলের আরো কিছু গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য দেয়া হলো ঃ

| Cable type | RG-6 | RG-59 B/U | RG-11 | RG-11 A/U | RG-12 A/U | RG-58 C/U | RG-213U | RG-62 A/U |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Impedance (ohms) | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| Conductor material | Bare copper | Copper Planted Steel | Bare Copper | Tinned Copper | Tinned Copper | Tinned Copper | Bare Copper | Copper Planted Steel |
| Conductor atrands | 1 | 1 | 1 | 7 | 7 | 19 | 7 | 1 |
| Conductor area (mm²) | 0.95 | 0.58 | 1.63 | 0.40 | 0.40 | 0.18 | 0.75 | 0.64 |
| Conductor diameter | 0.028" 21ANG | 0.023" 23AWG | | 0.048" 18AWG | | 0.035" 20AWG | 0.089" 13AWG | 0.025" 22AWG |
| Insulation material | Foam PE | PF | Foam PE | PE | PE | PE | Pe | PE (semi-soiid) |
| Insulation diameter | 4.6mm | 3.7mm | 7.24mm | 7.25mm | 9.25mm | 2.95 | 7.25 | 3.7mm |
| Outer conductor | Aluminium polyester tape and tin copper braid | Bare copper wire braid braid | Aluminium polyester tape and tin copper | Bare copper wire braid | Bac copper wire braid | Tinned copper wire braid | Bare copper wire braid | Bare copper wire braid |

Scanned with CamScanner

| Cable type | RG-6 | RG-59 B/U | RG-11 | RG-11 A/U | RG-12 A/U | RG-58 C/U | RG-213U | RG-62 A/U |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Coverage | Foil 1008 braid 618 | 958 | Foil 1008 Btaid 618 | 958 | 958 | 958 | 958 | 958 |
| Outer sheath | PVC | PVC | PVC | PVC | PE | PVC | PVC | PVC |
| Outside diameter | 6.90mm | 6.15mm | 10.3mm | 10.3mm | 14.1mm | 4.95mm | 10.3mm | 6.15mm |
| Capacitance per meter | 67. pF | 67 pF | 57 pF | 67 pF | 67 pF | 100 pF | 100 pF | |
| Capacitance per feet | 18.6 | 20.5 | 16.9 | 20.6 | 20.6 pE | 28.3 pF | 30.8 | 13.5 pF |
| Velocity | 788 | 668 | 788 | 668 | 668 | 668 | 668 | 838 |
| Weiqth (g/m) | 59 | 56 | 108 | 140 | 220 | 38 | | |
| At tenuation db/100m | | | | | | | | |
| 50 MHz | 5.3 | 8 | 3.3 | 4.6 | 4.6 | | | 6.3 |
| 100 MHz | 4.5 | 12 | 4.9 | 7 | 7 | 16 | 7 | 10 |
| 200 MHz | 10 | 18 | 7.2 | 10 | 10 | 23 | 9 | 13 |
| 400 MHz | 12.5 | 24 | 10.5 | 14 | 14 | 33 | 14 | 13 |
| 500 MHz | 16.2 | 27.5 | 12.1 | 16 | 16 | | | 20 |
| 900 MHz | 21 | 39.5 | 17.1 | 24 | 24 | | | 28.5 |

টেবিল-৪.৬ ঃ Co-axial ক্যাবলের বৈশি

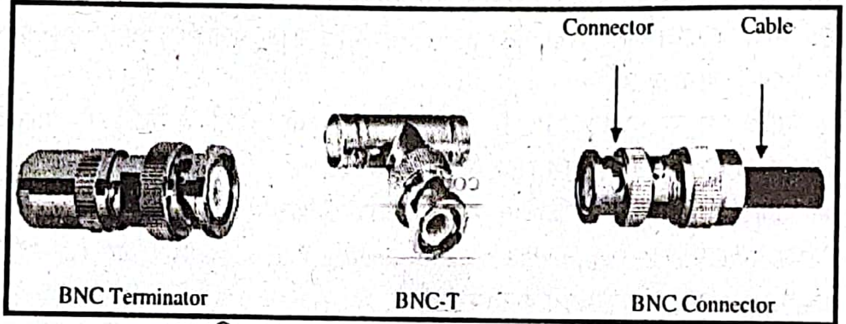
Co-axial ক্যাবলের বৈশিষ্ট্য গঠনগত দিক থেকে Co-axial ক্যাবলটিকে ২টি ভাগে ভাগ করা যায় ঃ

(ক) Thicknet

(খ) Thinnet.

- Thicknet হলো Co-axial ক্যাবলের Larger সাইজ, যার ব্যাস 0.4 ইঞ্চি এবং ইম্পিড্যান্স হলো 50Ω.
- Thinnet হলো Co-axial ক্যাবলের Smaller সাইজ, যার ব্যাস হলো 0.2 ইঞ্চি এবং ইম্পিড্যান্স 50Ω.

**Co-axial ক্যাবলে ব্যবহৃত Connector ঃ** BNC, BNC-T, BNC Terminator, UHF Connector, N-Connector, TNC কানেক্টর, SMA কানেক্টর, 7 – 16 DIN কানেক্টর, F-কানেক্টর।




চিত্র ঃ ৪.২৩ Co-axial ক্যাবল Connector

(ক) Co-axial ক্যাবলের শেষের যে মাথাটি TV কিংবা অন্যান্য ডিভাইসের সাথে প্রবেশ করবে, সে মাথায় Connect থাকবে। আর TV-এর জন্য Connect হলো BNC (British Naval Connector) এর Frequency রেঞ্জ হলো 0–4 GHz.

(খ) Ethernet network এ BNC-T কানেক্টরটি Use হয়।

(গ) Signal-এর Reflection-কে রক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয় BNC-Terminator.

(ঘ) BNC কানেক্টরের নতুন উন্নত ভার্শন হলো TNC কানেক্টর, যার পাওয়ার Handling-এর ক্ষমতা 100 watts at 1GHz এবং Frequency range হলো 0–11 GHz.

❑ **Fiber optic-এর বৈশিষ্ট্য (The characteristics of fiber optic) ঃ**

(ক) একটি গ্লাস ফাইবারের আকৃতি মানুষের চুলের সমতুল্য।

(খ) অপটিক্যাল ফাইবার Internal reflection-এর মাধ্যমে Light-beam (আলোক বিম) আকারে সিগন্যাল Encode-কে Transmit করে।

(গ) এ ধরনের ক্যাবলের শুরুতে একটি Electrical to light energy converter এবং শেষপ্রান্তে Light to electrical energy converter ব্যবহার করা হয়।

(ঘ) অপটিক্যাল ফাইবারের মধ্যে সে সরু কাচ (Glass) থাকে, তাকে কোর (Core) বলা হয়। কোরের বাহিরের চারপাশে ধাতব যে Concentric layer থাকে, তাকে ক্ল্যাডিং (Cladding) বলা হয়। Cladding-এর উপর যে পাতন আবরণ (Coating), যা প্লাস্টিক (Plastic) দিয়ে তৈরি, তাকে Jacket বলা হয়।

(ঙ) অপটিক্যাল ফাইবারে আলোর প্রতিসরণ ও প্রতিফলনের নিয়মানুযায়ী আলোকরশ্মি চলাচল করে। কোর (Core) আলোকরশ্মিকে প্রতিসরিত (Refract) করে, আর ক্ল্যাডিং আলোকরশ্মিকে প্রতিফলিত (Reflect) করায়।

Scanned with CamScanner

(চ) এর Data transmission speed বেশ High, প্রায় 186000 mile/sec. এবং 1Gbps হারে Data এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তর করা যায়।

(ছ) এর ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ হলো 186 থেকে 370 THz.

(জ) এ ক্যাবলের টিপিক্যাল অ্যাটেনুয়েশন নেই। তারপরেও যে সামান্যটুকু আছে, তা হলো 0.2 to 0.5 dB/km.

(ঝ) এর প্রায় রিপিটার ছাড়া 50km পর্যন্ত Data পাঠানো যায়।

(ঞ) এর টিপিক্যাল ডিলে 5µs/km.

(ট) এর রিপিটার স্পেসিং 4°km.

(ঠ) Optical fiber সাধারণত দু'ধরনের–

(ক) Glass optical fiber

(খ) Plastic optical fiber.

❑ Glass optical fiber প্রায় সবসময়েই Silica দিয়ে তৈরি, কিন্তু Longer wavelength infrared এর জন্য আরও কিছু উপাদান দিয়ে থাকে, যেমন– Fluorozirconate, Fluoroaluminate এবং Chalcogenide glass। অন্যান্য Glass-এর ন্যায় এ সমস্ত Glass এর Refractive index 1.5। Core এবং Cladding-এর মধ্যবর্তী উপাদানগুলোর মধ্যে এ সমস্ত উপাদানের পরিমাণ প্রায় এক Percent-এর মতো।

❑ Plastic optical fiber (POF) হলো Step-index multimode ফাইবার, যার কোরের ব্যাস হলো 0.5 mm বা তার চেয়ে সামান্য একটু বেশি। Glass fiber-এর তুলনায় POF-এর Attenuation-জনিত সমস্যা বেশি, যার পরিমাণ 1dB/m.

❑ Optical channel-এর মধ্য দিয়ে আলো দুটি Mode-এ সঞ্চারিত হয়–

(ক) Multimode

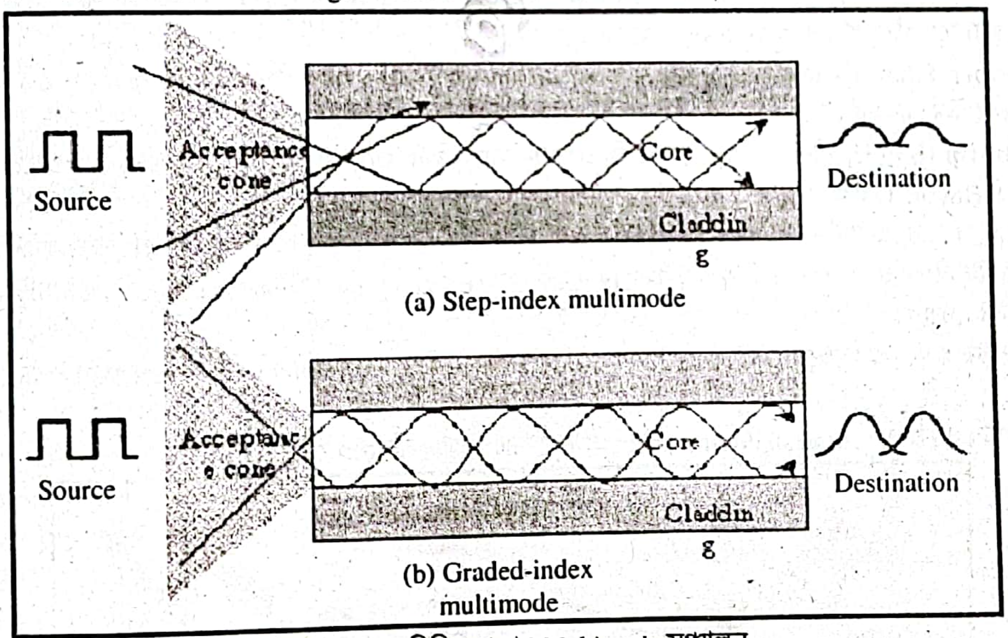
(খ) Single mode বা Monomode.

❑ মাল্টিমুড আবার দুটি Form এ বিভক্ত–

(ক) Step-index multimode

(খ) Graded-index multimode.

❑ Multimode এ Source থেকে আগত Light beam core এর মধ্য দিয়ে বিভিন্ন পথে সঞ্চালিত হয়।



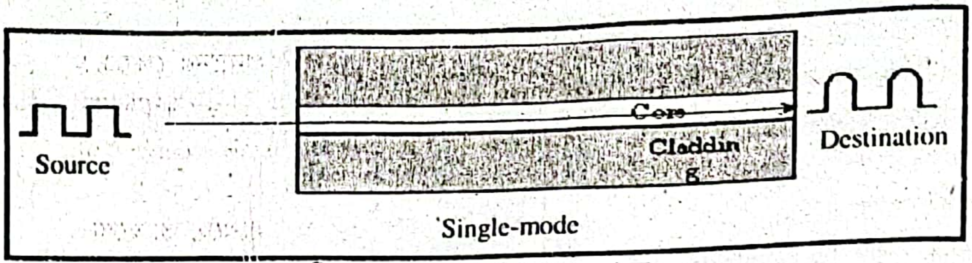

চিত্র ঃ ৪.২৪ বিভিন্ন প্রকার Multimode সঞ্চালন

▣ Step-index মাল্টিমোডে প্রতিফলিত আলোকরশ্মি দ্রুত পরিবর্তিত হয়ে অল্প ঘনত্ব (Lower density) এলাকায় প্রবেশ করে Core এবং Cladding-এর সাথে Interface হয়। Step-index বলতে আকস্মিক আলোর এ ধরনের পরিবর্তন বুঝায়।

▣ অপটিক্যাল ফাইবারের Graded index multimode এ Signal এর আকস্মিক পরিবর্তন ঘটে না। এতে ঘনত্ব (Density) এর উপর ভিত্তি করে আলোর প্রতিসরণ ঘটে। Core এর কেন্দ্রে Density বেশি এবং তা ধীরে ধীরে ক্রমে প্রান্তসীমায় কম Density হয়।

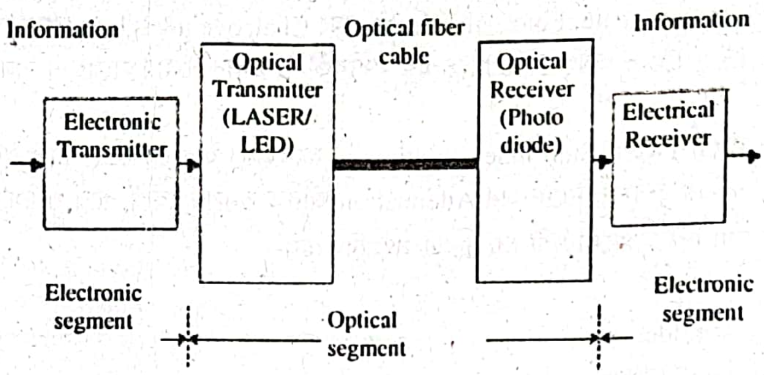
Scanned with CamScanner

■ Multimode ফাইবার অপেক্ষা Single mode ফাইবারের ব্যাস তুলনামূলক ছোট। এতে Source থেকে LASER রশ্মি সঞ্চালিত হয়।




চিত্র ঃ ৪.২৫ Single mode সঞ্চালন

⇒ Optical fiber communication system এ Source থেকে Information signal কে LED light signal কিংবা ILD দ্বারা LASER পরিবর্তন করে অপটিক্যাল ফাইবারের মধ্য দিয়ে Transmission করা হয়। ফাইবারের অপর প্রান্তে Receive-কৃত Optical signal-কে Photodetector বা P-intrinsic-n (PIN) diode দ্বারা পুনরায় Electrical signal এ Re-convert করা হয়।




চিত্র ঃ ৪.২৬ Optical transmission

⇒ Twisted-pair এবং Co-axial অপেক্ষা Fiber optic ক্যাবল Higher bandwidth সাপোর্ট করে থাকে। এর Data transfer-এ Rate হলো 1600 Gbps.

⇒ Fiber-optic ক্যাবলে Transmission-এর সময় Electromagnetic noise প্রভাব ফেলে না।

Fiber-optic ক্যাবলে পাঁচ ধরনের Connector ব্যবহৃত হয়—

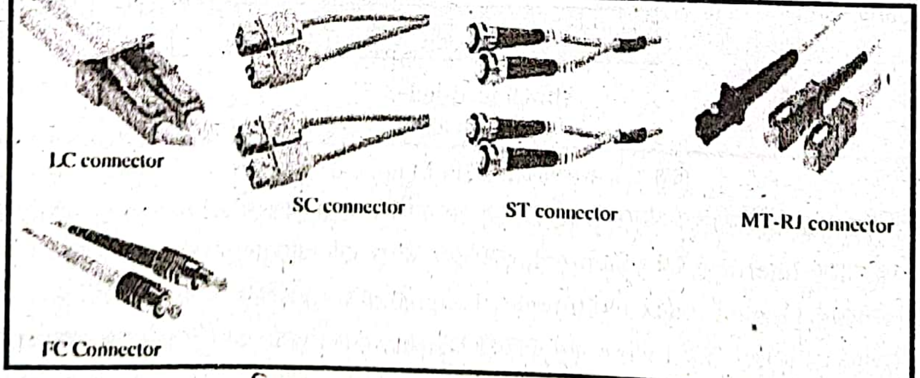
**(ক) Subscriber Channel (SC) connector ঃ** SC (Subscriber Channel) কানেক্টর ক্যাবল TV তে ব্যবহৃত হয়। এটা Push/pull লকিং সিস্টেম ব্যবহার করে।

**(খ) Straight-tip (ST) কানেক্টর ঃ** নেটওয়ার্কিং ডিভাইসের সাথে ক্যাবলকে সংযোগ দেয়ার জন্য ST কানেক্টর ব্যবহার করতে হয়। তা ছাড়া এতে Bayonet লকিং সিস্টেম আছে এবং এটি SC অপেক্ষা Reliable.

**(গ) MTRJ ঃ** MTRJ একটি নতুন কানেক্টর, যার সাইজ হলো RJ-45 কানেক্টরের মতো। AMP উক্ত কানেক্টর ডিজাইন করে, কিন্তু প্রথমাবস্থায় এটা স্বীকৃতি না পেলেও পরবর্তীতে FOCIS 12 (Fiber Optic Connector Intermeability Standards) আন্তর্জাতিকমানের স্বীকৃতি দেয়।

**(ঘ) LC কানেক্টর ঃ** SC এর চেয়ে ছোট কানেক্টরকে LC কানেক্টর বলে। Lucent technology ব্যবহার করে LC কানেক্টর তৈরি করা হয়।

**(ঙ) FC কানেক্টর ঃ** High vibration environment এ FC কানেক্টরটি ব্যবহৃত হয়।




চিত্র ঃ ৪.২৭ Fiber optic cable connector

Scanned with CamScanner

## ৪.৪ প্রত্যেক প্রকার ক্যাবলের সুবিধা ও অসুবিধা (Advantages and disadvantages of each type of cables) ঃ

কম্পিউটার ও অন্যান্য টেলিকমিউনিকেশন ডিভাইসগুলোর মধ্যে ডাটার আদান-প্রদানের ক্ষেত্রে Signal ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ Signal-ই ডাটার প্রতিনিধিত্ব করে থাকে। আর সিগন্যালকে Electromagnetic energy ফরমে Transmission media (হতে পারে তা ক্যাবল কিংবা Air)-এর মধ্য দিয়ে এক ডিভাইস থেকে অন্য ডিভাইসে Transmit-receive করার ফলে Communication সৃষ্টি হয়।

গঠনগত দিক থেকে Cable transmission মিডিয়াকে যে কয়েকটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে, তা হলো–

**(ক) Open wire**

**(খ) Twisted pair cable**

(a) Shielded twisted pair cable (STP)
(b) Unshielded twisted pair cable (UTP)

**(গ) Co-axial cable**

(a) Thinnet
(b) Thicknet

**(ঘ) Fiber Optic cable**

(a) Single mode
(b) Multimode
 (ক) Step-Index multimode
 (খ) Graded Index multimode

**প্রত্যেক প্রকার ক্যাবলের সুবিধা ও অসুবিধা নিম্নে উল্লেখ করা হলো ঃ**

☒ **ওপেন ওয়্যার (Open wire) ঃ**

**সুবিধা (Advantages) ঃ**

(ক) Open ক্যাবলের Frequency Range হলো 0–5 MHz।
(খ) Open wire সাধারণত টেলিফোন খুঁটির উপর তারের মতো টানানো থাকে। ফলে কোনো তারের ত্রুটি-বিচ্যুতি দেখা দিলে অল্প খরচে তা Identify করা যায়।
(গ) কোনো তারের ত্রুটি-বিচ্যুতি পরিলক্ষিত হলে অল্প খরচে তা মেরামত করা যায়।
(ঘ) এটি দামে সস্তা ও Installation process সহজ।
(ঙ) অল্প দূরত্বের মধ্যে (যেমন– 20 ফুট) ডাটা আদান-প্রদানের সবচেয়ে কার্যকরী ব্যবস্থা।

**অসুবিধা (Disadvantages) ঃ**

(ক) যেহেতু Open cable-এর Frequency range 0–5 MHz, তাই এর চেয়ে বেশি Frequency-এর ডাটা পাঠানো সম্ভব নয়।
(খ) এতে Noise Interference থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য কোনো Shield (আবরণ) ব্যবহার হয় না। ফলে ডাটা Loss এর পরিমাণ বেশি হয়ে থাকে।
(গ) এতে প্রচুর পরিমাণ Attenuation সমস্যা বিদ্যমান।
(ঘ) একই তার দিয়ে বেশি দূরে ডাটা পাঠানো যায় না।

☒ **টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল (Twisted Pair Cable) ঃ**

☐ **Shielded twisted pair cable (STP) ঃ**

**সুবিধা (Advantages) ঃ**

(ক) এতে Installation process সহজ।
(খ) এর ডাটা Transmission speed প্রায় 100 Mbps।
(গ) এ ধরনের ক্যাবল দিয়ে 100 মিটার দূরত্ব পর্যন্ত Data transmit করা যায়।
(ঘ) Token ring network-এ STP ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।
(ঙ) Crosstalk-এর সময় যে Electronic noise সৃষ্টি হয়, STP ক্যাবল তা কমিয়ে দেয়।
(চ) ক্যাবলের বাহির থেকে EMI (Electromagnetic interferance) এবং REI (Radio Frequency Interferance)-জনিত যে অনাকাঙ্ক্ষিত Electronic noise সৃষ্টি করে, যা main signal-কে ব্যাহত করতে পারে, তাও STP কমিয়ে দেয়।



Scanned with CamScanner

(ছ) এ ক্যাবল পুরু ও শক্ত হওয়ায় নাড়াচাড়া করা যায়।
(জ) Open wire-এর তুলনায় এর ডাটা স্থানান্তরের গতি বেশি।
(ঝ) Open wire এর তুলনায় এর ট্রান্সমিশন লস কম।

**অসুবিধা (Disadvantages) ঃ**

(ক) Co-axial কিংবা UTP ক্যাবলের চেয়ে দাম বেশি।
(খ) এতে Attenuation বিদ্যমান।
(গ) EMI সমস্যা পুরোপুরি দূর হয় না।
(ঘ) এ Cable দিয়ে Long distance এ ডাটা পাঠানো সম্ভব হয় না।
(ঙ) Point-to-point এ Analog signaling-এর ক্ষেত্রে Bandwidth সর্বোচ্চ 1MHz পাওয়া যায়, যাতে সন্তোষজনক Voice channel থাকে না।
(চ) Digital signaling-এর ক্ষেত্রে এতে Data rate মাত্র কয়েক Mbps।

- **Unshielded Twisted Pair Cable (UTP) ঃ**

**সুবিধা (Advantages) ঃ**

(ক) Twisted pair ক্যাবল দিয়ে communication তৈরির ক্ষেত্রে যে Type টি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়, তা হলো Unshielded Twisted Pair (UTP) ক্যাবল।
(খ) EMI এবং RFI-জনিত অনাকাঙ্ক্ষিত Signal-কে সীমিত রাখতে এবং Twisted Wire Pair-জনিত Cross-talk-এর কারণে যে ধরনের Unexpected সিগন্যাল উৎপন্ন হয়, তা বাতিলকরণে এ ধরনের ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।
(গ) Color code দেখে এ ক্যাবলের Cabling সহজে করা যায়। Color code হলো–
Pair 1 ঃ নীল এবং সাদা-নীল
Pair 2 ঃ কমলা এবং সাদা-কমলা
Pair 3 ঃ সবুজ এবং সাদা-সবুজ
Pair 4 ঃ বাদামি এবং সাদা-বাদামি
(ঘ) এ ধরনের Cabling cost সবচেয়ে কম।
(ঙ) Cat 5 ব্যতীত UTP ক্যাবলের Installation খরচ খুবই কম।
(চ) Installation Process বেশ সহজ।
(ছ) সাধারণত লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্কিং-এ যত খরচের ওয়্যার মিডিয়া আছে, সবচেয়ে Cost কম হলো UTP ক্যাবলের।
(জ) UTP ক্যাবলের Data Transmission Speed প্রায় 100 Mbps.

**অসুবিধা (Disadvantages) ঃ**

(ক) Attenuation সমস্যা বিদ্যমান।
(খ) এটি দ্বারা কয়েকশত মিটার পর্যন্ত Data transmit করা যায়, বরং Long distance-এ Data transmit করা যায় না।
(গ) এ ক্যাবলের টিপিক্যাল ডিলে বিদ্যমান।
(ঘ) এতে EMI বা Transmission loss এবং Cross-talk সমস্যা বিদ্যমান।

- **কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবল (Co-axial cable) ঃ**

**সুবিধা (Advantages) ঃ**

(ক) Co-axial ক্যাবল Twisted pair ক্যাবলে বহনকৃত ফ্রিকুয়েন্সির চেয়ে High frequency signal বহন করে।
(খ) Co-axial ক্যাবলের ২টি Conductor এর মধ্যে Inner conductor-কে বাহিরের Electrical signal বা EMI থেকে Outer conductor রক্ষা করে থাকে।
(গ) 75 ohms impedance-বিশিষ্ট Co-axial ক্যাবলকে ক্যাবল TV (CTV)-তে ব্যবহার করা হয়ে থাকে।
(ঘ) 50 ohms impedance-বিশিষ্ট Co-axial ক্যাবলকে Ethernet thinnet এবং Thicknet-এ ব্যবহার করা হয়।
(ঙ) এ ক্যাবলের মাধ্যমে Twisted pair ক্যাবলের চেয়ে উচ্চগতিতে ডাটা স্থানান্তর করা যায়।
(চ) Outer conductor-এর বাহিরে যে Insulating Jacket থাকে, তা বিভিন্ন Materials দিয়ে তৈরি। আজকাল কিছু কিছু ক্যাবলে অগ্নি-প্রতিরোধক (Fire-resistance) materials ব্যবহার করা হয়। ফলে Ultraviolet light (অতিবেগুনি রশ্মি) এবং Oxidation থেকে ক্যাবলকে রক্ষা করা যায়।

Scanned with CamScanner

(ছ) Co-axial ক্যাবলকে Install করা অপেক্ষাকৃত সহজ। কারণ এ ক্যাবলটি বলবান (Robust) আকৃতির এবং এটি সহজে নষ্ট হয় না।

(জ) Co-axial ক্যাবলের Capacity বা Data Transmission Speed প্রায় 200 Mbps.

(ঝ) এর ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ হলো 500 MHz.

(ঞ) Fiber optic ক্যাবল অপেক্ষা Co-axial কম দামি এবং এর প্রযুক্তি হলো Well known.

(ট) Cable television এর বিভিন্ন ধরনের Data communication-এ এটা অনেক বছর ধরে ব্যবহার হয়ে আসছে।

(ঠ) Long-distance-এর ক্ষেত্রে Telephone network-এ Co-axial ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।

(ড) Frequency Division Multiplexing (FDM) ব্যবহার করে Co-axial ক্যাবল একসাথে এক সময়ে 10,000 Voice channel বহন করতে পারে।

(ঢ) Short range (অল্প দূরত্বের মধ্যে) এ দুটি Device-এর মধ্যে Connection এর জন্য Co-axial-এর ব্যবহার সবচেয়ে উত্তম।

(ণ) গঠনগত দিক থেকে Co-axial ক্যাবলকে দুটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে–

(i) Thicknet

(ii) Thinnet.

● Thicknet ক্যাবল লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্কে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। Backbone wiring-ও Thicknet ক্যাবলে ব্যবহৃত হয়।

● Thinnet ক্যাবল, Thicknet ক্যাবলের চেয়ে সস্তা এবং Inslallation খুব সহজ। Thinnet দিয়েও LAN করা হয়।

**অসুবিধা (Disadvantages) ঃ**

(ক) Co-axial ক্যাবলের Cost প্যারালাল ওয়্যার, Open wire-এর চেয়ে বেশি।

(খ) Co-axial ক্যাবলে অ্যাটেনুয়েশন বিদ্যমান। যেমন– এর টিপিক্যাল অ্যাটেনুয়েশন 7dB/km @ 10 MHz.

(গ) এতে টিপিক্যাল ডিলেও বিদ্যমান।

(ঘ) কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবল Electromagnetic interference (EMI) থেকে পুরোপুরি মুক্ত নয়।

(ঙ) Long-distance-এর Data communication-এর ক্ষেত্রে co-axial এর ব্যবহার নেই বললেই চলে। তারপরেও যদি থেকে থাকে, তাহলে Analog signal এর ক্ষেত্রে কিছু কিমি. পর সিগন্যালকে Amplify করার প্রয়োজন হয়। আর Digital সিগন্যাল Transmission এর ক্ষেত্রে প্রতি কিমি. পর Repeater দ্বারা সিগন্যালকে Repeat করার প্রয়োজন হয়।

(চ) Twisted pair এর চেয়ে Co-axial ক্যাবলের Install খরচ তুলনামূলক বেশি।

☒ **ফাইবার অপটিক ক্যাবল (Fiber-Optic Cable) ঃ**

**সুবিধা (Advantages) ঃ**

(ক) ফাইবার অপটিক ক্যাবল তৈরিতে খুব সরু হাজার হাজার কাচের তৈরি তন্তু বা প্লাস্টিক ব্যবহার করা হয়। এ তন্তু দিয়ে আলোর গতিতে প্রবাহিত লেজার রশ্মির সাহায্যে Data স্থানান্তর করা হয়।

(খ) অপটিক্যাল ফাইবারে আলোর প্রতিসরণ ও প্রতিফলনের নিয়মানুযায়ী আলোকরশ্মি চলাচল করে। কোর (Core) আলোকরশ্মিকে প্রতিসরিত (Refract) করে, আর ক্ল্যাডিং আলোকরশ্মিকে প্রতিফলিত (Reflect) করে।

(গ) এর Data Transmission Speed বেশ High প্রায় 186,000 mile/sec এবং 1Gbps data এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তর করা যায়।

(ঘ) এর ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ হলো 186 থেকে 370 THz.

(ঙ) অপটিক্যাল ক্যাবলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত আলোকরশ্মির উপর বাহির থেকে কোন noise প্রভাব ফেলতে পারে না। অন্য Cable এর সিগন্যাল Transmission এ বাধা সৃষ্টি হবে, এমন ধরনের কোন অনাকাঙ্ক্ষিত ফাংশন Optical fiber জেনারেট করে না। অর্থাৎ Cross-talk-জনিত Problem, অপটিক্যাল ফাইবারে নাই।

(চ) কিছু কিছু TV কোম্পানি Fiber-optic এবং Co-axial ক্যাবলের সমন্বয়ে Hybrid Network তৈরি করে, যাতে Fiber-optic ক্যাবল Backbone structure প্রদান করে, আর Co-axial ক্যাবল End user-দের Connection provide করে।

(ছ) লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্ক (LAN) যেমন– 100 Base-Fx network (Fast Ethernet) এবং 100 Base-x এ ফাইবার অপটিক ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।

Scanned with CamScanner

(জ) বর্তমানে Long-distance telecommunication এ ফাইবার অপটিক ক্যাবল বেশি ব্যবহার হচ্ছে। তাই সেনাবাহিনীতে এর ব্যবহার দ্রুত বৃদ্ধি পাচ্ছে। Long-distance-এর ক্ষেত্রে এ ক্যাবলের গড় Length 1500km এবং 20,000 থেকে 60,000 পর্যন্ত Voice channel একসাথে একই সময়ে Transmit হতে পারে। সুতরাং অন্যান্য ক্যাবলের চেয়ে ফাইবার অপটিক্যাল এর দাম বেশি হলেও এ ধরনের System সম্পূর্ণ মিতব্যয়ী (Economically)। তাই উন্নয়নশীল দেশসমূহ টেলিফোন নেটওয়ার্ক সিস্টেমে কম দামি Co-axial ক্যাবলের পরিবর্তে Fiber-optic ক্যাবল ব্যবহার করছে। অর্থাৎ Telecommunication system fiber optic ক্যাবলের ব্যবহার দ্রুতগতিতে বৃদ্ধি পাচ্ছে।

(ঝ) Metropolitan এলাকায় এ ধরনের ক্যাবলের গড় Length হলো 12km এবং Voice channel : 100,000; শহর এলাকায় এ ধরনের ক্যাবলের ব্যবহারে সবচেয়ে বড় সুবিধা হলো– এ ক্যাবল Underground এ নল দিয়ে বসানো যায় এবং Repeater ছাড়া Telephone exchange এর সাথে যুক্ত করা যায়।

(ঞ) Subscriber loop-circuits-এ ফাইবার অপটিক ক্যাবলের ব্যবহারের ফলে গ্রাহকরা সরাসরি Central exchange কে ব্যবহার করতে পারে। এতে শুধুমাত্র Voice এবং Data handling হয় না বরং Image এবং Video ও Receive-transmit হয়।

(ট) Regeneration ছাড়া এ ক্যাবলের মধ্য দিয়ে Signal কে 50 km পর্যন্ত পাঠানো যায়।

(ঠ) অন্যান্য transmission method অপেক্ষা এ ক্যাবলের Transmission method অধিক Secure.

(ড) Fiber-optic ক্যাবল খুব পাতলা ও সরুর মানুষের চুলের সমতুল্য। যেমন– 1000 ফুট লম্বা 900 জোড়া তারের ওজন মাত্র 4,800 pounds।

(ঢ) High এবং Low temperature-এও এ ধরনের ক্যাবলকে Operate করা যায়।

(ণ) Analog এবং Digital উভয় কমিউনিকেশনেই ব্যবহৃত হয়।

(ত) একটি একক ফাইবার দ্বারা 1500 পেয়ার ক্যাবলে সমানভাবে ভয়েস চ্যানেল বহন করা সম্ভব।

(থ) ফাইবার ক্যাবলে 35 থেকে 80 কিমি পর পর রিপিটার ব্যবহার করা হয়।

(দ) ফাইবার ক্যাবল বজ্রপাত ও ইলেকট্রোম্যাগনেটিক রেডিয়েশনের প্রভাবমুক্ত।

(ধ) ফাইবারগুলো ইলেকট্রিক্যালি কন্ডাক্টিভ নয়।

**অসুবিধা (Disadvantages) ঃ**

(ক) ফাইবার অপটিক ক্যাবল পুরোপুরি অ্যাটেনুয়েশন মুক্ত নয়। এ ক্যাবলে অ্যাটেনুয়েশনের পরিমাণ 0.2 থেকে 0.5 dB/km.

(খ) এর টিপিক্যাল ডিলে 5μs/km.

(গ) এ ধরনের Cabling cost খুব বেশি। তবে বর্তমানে এর দাম কমে আসছে।

(ঘ) Installation cost ও Requirement cost বেশি। Installation process-ও জটিল।

(ঙ) যদিও Long-distance এ প্রচুর পরিমাণ ডাটা বহনে Transmission media হিসেবে ফাইবার অপটিক ক্যাবল সবচেয়ে ভালো তারপরও Problem ছাড়া কোনো ফাইবার হয় না। যখন Fiber এর মধ্য দিয়ে Long distance-এ আলো চলাচল করে তখন সিগন্যাল তার Strength (তেজ/শক্তিমাত্রা) হারিয়ে ফেলে।
অপটিক ফাইবারে আলোর সঞ্চালন হয় Unidirection (একমুখী)। যখন আমাদের Bidirectional (উভয়মুখী) কমিউনিকেশন প্রয়োজন হয়, তখন দুটি ফাইবারের প্রয়োজন হয়।

(চ) Fiber-এর Manufacturing-জনিত বিভিন্ন কারণে সিগন্যালের সাথে Attenuation যুক্ত হয়। কারণগুলো–
⇒ Scattering
⇒ Absorption
⇒ Dispersion.

(ছ) এ ক্যাবলের এত উপকারিতা থাকা সত্ত্বেও শুধুমাত্র Backbone নেটওয়ার্কে Fiber-optic ক্যাবলের ব্যবহার দেখা যায়। কারণ এর বিস্তৃত Bandwidth cost effective.

(জ) দুটি কনভার্টার ব্যবহার করার প্রয়োজন পড়ে।

Scanned with CamScanner

## ৪.৫ ওয়্যারলেস মিডিয়া (Wireless media) ঃ

তারবিহীন মাধ্যম বা ওয়্যারলেস বৈদ্যুতিক কন্ডাক্টরের সাথে যুক্ত না হয়েও দুই বা ততোধিক স্থানের মধ্যে ডেটা পারাপারের ব্যবস্থা করতে পারে। বেশিরভাগ সাধারণ ওয়্যারলেস প্রযুক্তি ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়্যারলেস টেলিকমিউনিকেশনে (যেমন– রেডিও) ব্যবহৃত হয়। রেডিও তরঙ্গ খুবই অল্প দূরত্বের মধ্যে হয়। কয়েক মিটার দূরত্বের মধ্যে টেলিভিশনের রিমোট কন্ট্রোল কাজ করে। অনেক দূরত্বের রেডিও কমিউনিকেশন কয়েক হাজার কিলোমিটার পর্যন্ত হয়ে থাকে। ওয়্যারলেস প্রযুক্তি আলো, শব্দ, চুম্বক ও বিদ্যুৎ ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

**ওয়্যারলেস নেটওয়ার্ক (Wireless network) ঃ** ওয়্যারলেস নেটওয়ার্ক বলতে রেডিও তরঙ্গের মাধ্যমে কম্পিউটারের মধ্যে ডেটা আদান-প্রদান করাকে বুঝায়। যে কম্পিউটারের ওয়্যারলেস নেটওয়ার্ক ব্যবহার করা হবে তাতে অবশ্যই ওয়্যারলেস নেটওয়ার্ক অ্যাডাপ্টার থাকতে হবে। তবে ল্যাপটপে পাতলা ক্রেডিট কার্ডের মতো চিপ থাকে।

এক এলাকা থেকে অন্য এলাকায় 2.4 GHz Wi-Fi ডিভাইসের মাধ্যমে স্থান পরিবর্তনকালীন অর্থাৎ ভ্রমণের সময় এক ল্যাপটপ থেকে অন্য ল্যাপটপে সংযোগ স্থাপন করে ডেটা আদান-প্রদান করা যায়। ওয়্যারলেস নেটওয়ার্ক ব্যবহার করার কারণ হলো–

- ওয়্যারলেস নেটওয়ার্কের অল্প দূরত্ব অতিক্রম করার সামর্থ্য থাকে। তাই অল্প দূরত্বে নেটওয়ার্ক না পেলে এ নেটওয়ার্ক ব্যবহার করা হয়।
- যেখানে ক্যাবল সংযোগ করা কষ্টকর সেখানেও এ ওয়্যারলেস নেটওয়ার্ক ব্যবহার করা হয়।

**ওয়্যারলেস ডেটা কমিউনিকেশন (Wireless data communication) ঃ** ওয়্যারলেস ডেটা কমিউনিকেশন মোবাইল কম্পিউটিং-এর একটি সাধারণ উপাদান। ব্যবহারকারীদের মধ্যে অনেক সংযোগ সুবিধা বিদ্যমান থাকে। ওয়্যারলেস ডেটা কমিউনিকেশনের জন্য হার্ডওয়্যার হলো ঃ

- Wi-Fi.
- সেলুলার ডেটা সার্ভিস (যেমন– GSM, CDMA ও GPRS), 3G নেটওয়ার্ক (যেমন–W-CDMA, EDGE ও CDMA2000)।
- মোবাইল স্যাটেলাইট কমিউনিকেশন।
- রেডিও কমিউনিকেশন সিস্টেম।
- ল্যান্ড মোবাইল রেডিও অথবা পেশাগত মোবাইল রেডিও ঃ TETRA, P25, OpenSky, EDACS, DMR।
- কর্ডলেস ফোন ঃ DECT (ডিজিটাল ইনহেন্স কর্ডলেস টেলিকমিউনিকেশন)।
- ওয়্যারলেস সেন্সর নেটওয়ার্ক ঃ ZigBee, Personal Area Networks, Bluetooth, TransferJet, Ultra-wideband.

**বেতার তরঙ্গ (Radio wave) ঃ** বেতার তরঙ্গ এক প্রকারের তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণ যার তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সীমা। মিলিমিটার থেকে 100 কিলোমিটার পর্যন্ত বিস্তৃত হয়। এই তরঙ্গ খালি চোখে দেখা যায় না। অন্যান্য সব তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণের মতো বেতার তরঙ্গও আলোর গতিতে গমন করে।

সাধারণত বজ্রপাত বা মহাজাগতিক বস্তু থেকে প্রাকৃতিক উপায়ে বেতার তরঙ্গ সৃষ্টি হয়। কৃত্রিমভাবে তৈরিকৃত বেতার তরঙ্গ মোবাইল টেলিযোগাযোগ, বেতার যোগাযোগ, সম্প্রচার, রাডার ও অন্যান্য দিকনির্দেশনা ব্যবস্থা, কৃত্রিম উপগ্রহের সাথে যোগাযোগ, কম্পিউটার নেটওয়ার্কসহ অসংখ্য কাজে ব্যবহৃত হয়। ভিন্ন কম্পাঙ্কের বেতার তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য ভিন্ন রকম হয়। বড় তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বেতার তরঙ্গ পৃথিবীর একটি বড় অংশকে ঘিরে নিতে পারে, ছোট বা ক্ষুদ্র তরঙ্গ আয়নমণ্ডল দ্বারা প্রতিফলিত হতে পারে এবং অতি ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্যের বেতার তরঙ্গ খুবই অল্প বাঁক নিতে পারে বলে শুধু দৃষ্টিরেখা বরাবর গমন করতে পারে। বেতার তরঙ্গ সাধারণত দুই প্রকার– নিয়ন্ত্রিত ও অনিয়ন্ত্রিত। নিয়ন্ত্রিত বেতার তরঙ্গ সরকারের অনুমতি ছাড়া ব্যবহার করা যায় না। অন্যদিকে অনিয়ন্ত্রিত বেতার তরঙ্গ যে কেউ ব্যবহার করতে পারে।

**মাইক্রোওয়েভ (Microwave) ঃ** মাইক্রোওয়েভ এক ধরনের তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ। এটি সেকেন্ডে প্রায় 1 GHz তরঙ্গদৈর্ঘ্যে কাজ করে। এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সীমা 0.3 GHz থেকে 300 GHz। কৃত্রিম উপগ্রহ ব্যবস্থার মাধ্যমে মাইক্রোওয়েভের সাহায্যে প্রেরক ও গ্রাহক কম্পিউটারের মধ্যে যোগাযোগ স্থাপন করা সম্ভব। মাইক্রোওয়েভ সংযোগ ব্যবস্থায় ডেটা, ছবি, শব্দ, অডিও, ভিডিও আদান-প্রদান করা যায়। বর্তমান বিশ্বে বিভিন্ন দেশে মাইক্রোওয়েভ সংযোগের মাধ্যমে ডেটা স্থানান্তরের জন্য ব্যাপকভাবে কৃত্রিম উপগ্রহ ব্যবহার করা হচ্ছে।

মাইক্রোওয়েভ বাঁকা পথে চলতে পারে না। অর্থাৎ মাইক্রোওয়েভ মাধ্যমে প্রেরক ও প্রাপকের নিকট কোনো বাধা থাকলে ডেটা স্থানান্তর সম্ভবপর হয় না। ফলে বড় বড় সুউচ্চ কোনো ভবনে বা পাহাড়ের উপর মাইক্রোওয়েভ স্থাপন করা হয়। মাইক্রোওয়েভ দুই প্রকার, যথা–

১। টেরিস্ট্রিয়াল মাইক্রোওয়েভ (Terrestrial microwave) ও

২। স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ (Satellite microwave)।

Scanned with CamScanner

**টেরিস্ট্রিয়াল মাইক্রোওয়েভ (Terrestrial microwave) ঃ** টেরিস্ট্রিয়াল মাইক্রোওয়েভ প্রযুক্তিতে ভূ-পৃষ্ঠেই ট্রান্সমিটার ও রিসিভার বসানো হয়। এতে মেগাহার্টজ ফ্রিকুয়েন্সি সীমার নিচের দিকে ফ্রিকুয়েন্সি ব্যবহার করা হয়। ট্রান্সমিটার ও রিসিভার দৃষ্টি রেখায় যোগাযোগ করে থাকে। সিগন্যাল কোনো ক্রমেই মধ্যবর্তী কোনো বাধা (যেমন– উচ্চ ভবন, পাহাড়-পর্বত ইত্যাদি) অতিক্রম করতে পারে না; এমনকি বক্রপথেও যেতে পারে না।

**স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ (Satellite microwave) ঃ** স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ প্রযুক্তিতে যোগাযোগ উপগ্রহের সহায়তা নিতে হয়। এ প্রযুক্তিতে ভূপৃষ্ঠ হতে প্রায় 36,000 কিলোমিটার উপরে স্যাটেলাইট বা কৃত্রিম উপগ্রহ বসানো হয়। এটি পৃথিবীর গতির সমান গতিতে পরিভ্রমণ করতে পারে। স্যাটেলাইটের শরীর ধাতু সংকরের ফ্রেম দিয়ে তৈরি। স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভের ইলেকট্রনিক সার্কিটগুলো চালানোর জন্য সোলার সেল এবং শক্তি জমা রাখার জন্য ব্যাটারি থাকে। এর পাওয়ার সিস্টেম প্রসেসকে পৃথিবী থেকে সব সময় মনিটর করা হয়। স্যাটেলাইটের জন্য ভূপৃষ্ঠে পরাবৃত্তাকার রিসিভিং অ্যান্টিনা ব্যবহার করা হয়।

### ৪.৫.১ প্রপাগেশন (Propagation) ঃ

বৈদ্যুতিক সিগন্যালকে সর্বদাই এক স্থান থেকে অন্য স্থানে প্রেরণ করার প্রয়োজন হয়। প্রেরক থেকে গ্রাহকে বৈদ্যুতিক সিগন্যালকে দু'ভাবে প্রেরণ করা যায়–

(ক) পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যা কন্ডাকশন পদ্ধতিতে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়।

(খ) স্পেসের মধ্য দিয়ে যা ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ আকারে স্পেসের মধ্য দিয়ে গমন করে। এ প্রক্রিয়াকে বিকিরণ বলে। অ্যান্টিনার মাধ্যমে বৈদ্যুতিক শক্তি ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভে রূপান্তরিত হয়। বৈদ্যুতিক সিগন্যালকে অধিক দূরত্বে প্রেরণের নিমিত্তে প্রেরিত সিগন্যালের ফ্রিকুয়েন্সি বর্ধিত করা হয়। মূলত মডুলেশনের মাধ্যমে ফ্রিকুয়েন্সি বর্ধিত করা হয়ে থাকে। এ উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যালকে রেডিও সিগন্যাল বা ওয়েভ বলে। স্পেসের মধ্য দিয়ে উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যাল চলাচলকে রেডিও ওয়েভ প্রগাগেশন বলে।

## ৪.৬ ব্লক ডায়াগ্রামসহ ওয়্যারলেস প্রপাগেশনের ধরনসমূহ (Wireless propagation modes with diagram) ঃ

ওয়্যারলেস ওয়েভ গমন করার ধরনসমূহকে নিম্নভাগে ভাগ করা হয়েছে।

(ক) গ্রাউন্ড ওয়েভ প্রপাগেশন

(খ) স্পেস ওয়েভ প্রপাগেশন

(গ) স্কাই ওয়েভ প্রপাগেশন।

ওয়্যারলেস বা রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি ও প্রপাগেশনের প্রাথমিক মোডসমূহ নিম্নরূপ ঃ

| ব্যান্ড (Band) | ফ্রিকুয়েন্সি (Frequency) | ওয়েভলেংথ (Wavelength) | প্রপাগেশন ভায়া (Propagation Via) |
|---|---|---|---|
| Extremely Low Frequency (ELF) | 3–30 Hz | 1,00,000–10,000 km | এটি ভূ-পৃষ্ঠ হতে আয়নোস্ফোয়ারে D লেয়ার পর্যন্ত পরিচালিত হয় |
| Super Low Frequency (SLF) | 30–300 Hz | 10,000–1000 km | এটি ভূ-পৃষ্ঠ হতে আয়নোস্ফোয়ার-এর মধ্যে পরিচালিত হয় |
| Ultra Low Frequency (ULF) | 0.3–3 kHz (300–3,000 Hz) | 1000–100 km | ঐ |
| Very Low Frequency (VLF) | 3–30 kHz (3,000–30,000 Hz) | 100–10 km | ঐ |
| Low Frequency (LF) | 30–300 kHz (30,000–3,00,000 Hz) | 10–1 km | ঐ |
| Medium Frequency (MF) | 300–3000 kHz (3,00,000–30,00,000 Hz) | 1000–100 m | ঐ সারফেস ওয়েভ |
| High Frequency (HF) (Short wave) | 3–30 MHz (30,00,000–30,000,000 Hz) | 100–10 m | সারফেস ওয়েভ |
| Very High Frequency (VHF) | 30–300 MHz (30,000,000–3,00,000,000 Hz) | 10–1 m | Line-of sight প্রপাগেশন |

Scanned with CamScanner

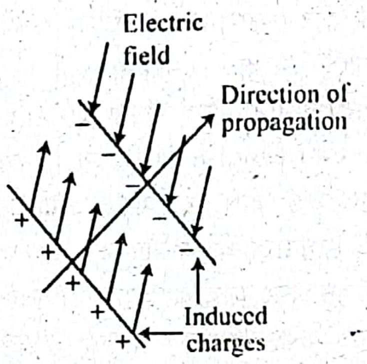
| ব্যান্ড (Band) | ফ্রিকুয়েন্সি (Frequency) | ওয়েভলেংথ (Wavelength) | প্রপাগেশন ভায়া (Propagation Via) |
|---|---|---|---|
| Ultra High Frequency (UHF) | 300–3000 MHz (3,00,000,000–3,000,000,000 Hz) | 100 – 10 cm | ঐ |
| Super High Frequency (SHF) | 3–30 GHz (3,000,000,000–30,000,000,000 Hz) | 10–1 cm | ঐ |
| Extremely High Frequency (EHF) | 30–300 GHz (30,000,000,000–300,000,000,000 Hz) | 10–1 mm | ঐ |
| Tremendously High Frequency (THF) | 0.3–3 THz (300,000,000,000–3,000,000,000,000 Hz) | 1–0.1 mm | ঐ |

টেবিল-৪.৭

**■ গ্রাউন্ড বা সারফেস ওয়েভ (Ground or Surface wave) ঃ** যে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ ভূপৃষ্ঠ বরাবর গমন করে, তাকে গ্রাউন্ড বা সারফেস ওয়েভ বলে। গ্রাউন্ড ওয়েভের মাধ্যমে অনুভূমিকভাবে পোলারাইজড ওয়েভ গমন করতে পারে না। কারণ, অনুভূমিকভাবে পোলারাইজড ওয়েভের ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক ফিল্ড অনুভূমিক দিকে সজ্জিত থাকে এবং এটা ভূপৃষ্ঠের সাথে শর্ট সার্কিট সৃষ্টি করে। ফলে গ্রাউন্ড ওয়েভের ক্ষেত্রে উল্লম্বভাবে পোলারাইজড ওয়েভ আবশ্যক।

গ্রাউন্ড ওয়েভ উৎপন্ন হয়, যখন প্রেরক অ্যান্টিনাকে ভূমির খুব কাছাকাছি স্থাপন করা হয়। এ ওয়েভ ব্যবহারিক ক্ষেত্রে ব্রডকাস্ট পদ্ধতি রেডিও কমিউনিকেশনে এবং নিম্ন রেঞ্জের ফ্রিকুয়েন্সির ক্ষেত্রে খুবই গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

গ্রাউন্ড ওয়েভ গমনের বৈদ্যুতিক ফিল্ড ভূমির সাথে টার্মিনেটেড হয়। ফলে বৈদ্যুতিক ফিল্ডের দ্বারা আবেশিত হয়ে ভূমিতে বিপরীত চার্জ উৎপন্ন হয়। গ্রাউন্ড ওয়েভ গমনের একই সাথে বৈদ্যুতিক চার্জও গমন করে। এর ফলে ভূমিতে বাহিত হয়। ভূমি বিশুদ্ধ পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করতে পারে না, কারণ এতে কিছু রেজিস্ট্যান্স বিদ্যমান থাকে এবং ভূমির কারেন্টের জন্য ওয়েভ প্রপাগেশনে কিছু পাওয়ার অপচয় হয়। ফলে ওয়েভ গমনের সাথে ফিল্ডের শক্তি হ্রাস পেয়ে থাকে। ৪.২৯ নং চিত্রে গ্রাউন্ড ওয়েভ প্রপাগেশন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।

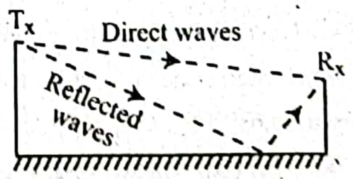



চিত্র ঃ ৪.২৮ গ্রাউন্ড ওয়েভ প্রপাগেশন

**■ স্পেস ওয়েভ (Space wave) ঃ**

প্রেরক অ্যান্টিনা হতে গ্রাহক অ্যান্টিনাতে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক শক্তি ট্রপোস্ফোয়ারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হলে সে ওয়েভকে স্পেস ওয়েভ নামকরণ করা হয়। গ্রাউন্ড ওয়েভ এবং স্পেস ওয়েভের মধ্যে পার্থক্য হলো, গ্রাউন্ড ওয়েভ ভূপৃষ্ঠ বরাবর গমন করে, কিন্তু স্পেস ওয়েভ কোথাও ভূমি স্পর্শ করে না এবং দুটো অ্যান্টিনার মধ্যে সরাসরি গমন করে থাকে। স্পেস ওয়েভ উৎপন্ন করতে এবং গ্রাউন্ড ওয়েভ পরিহার করতে প্রেরক এবং গ্রাহক অ্যান্টিনাকে ভূমি হতে অনেক উঁচুতে স্থাপন করতে হয়। এক্ষেত্রে স্পেস ওয়েভ সম্পূর্ণ শক্তি বহন করে এবং কোন গ্রাউন্ড ওয়েভ বিদ্যমান থাকে না।

স্পেস ওয়েভ সাধারণত VHF এবং UHF রেঞ্জে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। কারণ, এ রেঞ্জের ফ্রিকুয়েন্সিগুলো আয়নোস্ফেয়ার হতে প্রতিফলিত হতে পারে না এবং সেজন্য এ রেঞ্জের ফ্রিকুয়েন্সিতে স্কাই ওয়েভ প্রপাগেশন সম্ভব নয়। তা ছাড়া এ রেঞ্জের সিগন্যাল যদি গ্রাউন্ড ওয়েভ হিসেবে গমন করে, তবে ভূমিতে লস এত বেশি হয় যে, এ ওয়েভগুলো কয়েক মিটারের অধিক দূরত্ব গমন করতে পারে না।




চিত্র ঃ ৪.২৯ স্পেস ওয়েভ প্রপাগেশন

স্পেস ওয়েভ প্রপাগেশনে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক শক্তি দুটি অংশে বিভক্ত হয়ে প্রেরক অ্যান্টিনা হতে গ্রাহক অ্যান্টিনাতে পৌঁছে। কিছু ওয়েভ সরাসরি প্রেরক অ্যান্টিনা হতে গ্রাহক অ্যান্টিনাতে পৌঁছে। আবার কিছু ওয়েভ ভূমির দিকে গমন করে। যে সমস্ত ওয়েভ ভূমির দিকে ধাবিত হয়, তারা ভূমি দ্বারা বাধাপ্রাপ্ত হয়ে প্রতিফলিত হয় এবং প্রতিফলিত হয়ে গ্রাহক অ্যান্টিনাতে পৌঁছে। নিচের চিত্রে এরূপ অবস্থা দেখানো হয়েছে। চিত্র হতে এটা স্পষ্ট লক্ষ করা যায় যে, সরাসরি ওয়েভ অপেক্ষা প্রতিফলিত ওয়েভ অধিক দূরত্ব অতিক্রম করে। গ্রাহক অ্যান্টিনাতে গৃহীত ওয়েভের শক্তি সরাসরি ওয়েভ এবং প্রতিফলিত ওয়েভের শক্তির ভেক্টর যোগফলের সমান হয়। যেহেতু প্রতিফলিত ওয়েভ সরাসরি ওয়েভ অপেক্ষা অধিক দূরত্ব অতিক্রম করে, সেহেতু গ্রাহক অ্যান্টিনাতে গৃহীত উভয় ওয়েভের মধ্যে ফেজ পার্থক্য পরিলক্ষিত হয় এবং গৃহীত সিগন্যালের শক্তি হ্রাস পায়।

Scanned with CamScanner

■ **স্কাই ওয়েভ (Sky wave) ঃ**

যে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ বিকিরিত হয়ে উপরের দিকে গমন করে আয়নোস্ফেয়ারে পৌছে এবং আয়নোস্ফেরিক স্তর হতে প্রতিফলিত হয়, তাকে স্কাই ওয়েভ বলে। আয়নোস্ফেয়ার হতে ওয়েভ প্রতিফলিত এবং প্রতিসণর হয়ে থাকে বলে স্কাই ওয়েভ অনেক দূরত্ব পর্যন্ত গমন করতে পারে এবং এজন্য অধিক দূরত্ব বিশিষ্ট কমিউনিকেশনে এ ওয়েভ ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

নিম্ন এবং মধ্যম রেঞ্জের ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যাল আয়নোস্ফেয়ারের স্তর হতে প্রতিফলিত হয় বটে, কিন্তু দিনের বেলা এ সিগন্যালের শক্তি এত কম থাকে যে, এটা যোগাযোগের জন্য খুবই নগণ্য। যাহোক রাত্রিকালে এ সিগন্যালের শক্তি কিছুটা বেশি থাকে, যা স্কাই ওয়েভ যোগাযোগের জন্য উপযোগী হয়ে থাকে। সিগন্যাল ফ্রিকুয়েন্সি বৃদ্ধি করা হলে আয়নোস্ফেয়ার হতে প্রতিফলিত স্কাই ওয়েভের শক্তি বৃদ্ধি পায় এবং স্কাই ওয়েভ যোগাযোগের জন্য উপযোগী হয়। এ ফ্রিকুয়েন্সি মোটামুটি 3–10 মেগাহার্টজ পর্যন্ত ধরা হয়।

সিগন্যাল ফ্রিকুয়েন্সি 10–30 মেগাহার্টজ পর্যন্ত স্কাই ওয়েভের সিগন্যাল শক্তি এত যথেষ্ট মানের হয় যে, প্রায় কয়েক হাজার কিলোমিটার পর্যন্ত যোগাযোগ করা সম্ভব।

যখন সিগন্যাল ফ্রিকুয়েন্সি 30 মেগাহার্টজ এর অধিক হয়, তখন এ সিগন্যালকে আয়নোস্ফেয়ার পৃথিবীর দিকে প্রতিফলিত করতে ব্যর্থ হয়। এ সিগন্যালগুলো আয়নোস্ফেয়ারকে ভেদ করে আরও উপরের স্তরে গমন করে।

আয়নোস্ফেয়ারের অবস্থা সময়ের থেকে সময়ে, দিনের পর দিন, মৌসুম থেকে মৌসুমে পরিবর্তিত হয়। হঠাৎ ঝড়ের ফলেও আয়নোস্ফেয়ারে পরিবর্তন সংগঠিত হয়। আয়নোস্ফেয়ারের এ পরিবর্তনসমূহ সম্পূর্ণরূপে নিয়মিতভাবে সংঘটিত হয় এবং এজন্য আবহাওয়ার পূর্বাভাস প্রদানে এটা খুব সহায়ক হয়।

আয়নোস্ফেয়ারে বায়ুমণ্ডলের কণিকাগুলো চার্জিত অবস্থায় থাকে। কোনো এলাকা চার্জিত অবস্থায় থাকলে কন্ডাকটিভিটি বৃদ্ধি পায় এবং এর ডাই-ইলেকট্রিক কনস্ট্যান্ট হ্রাস পায়। শূন্যস্থানের কন্ডাকটিভিটি শূন্য হয় এবং মাধ্যমটি বিশুদ্ধ ডাই-ইলেকট্রিক হিসাবে কাজ করে। ফলে এরূপ মাধ্যমে শুধুমাত্র সরণ (Displacement) কারেন্ট প্রবাহিত হয়। কারণ ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ এবং এর কারেন্টের মধ্যে কৌণিক ব্যবধান 90° থাকে। কিন্তু আয়নোস্ফেয়ারে কন্ডাকটিভিটি বৃদ্ধি পাওয়ায় ফেজ 90° হতে হ্রাস পায় এবং এতে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক শক্তির অপচয় হয়।

যখন সিগন্যাল ফ্রিকুয়েন্সি খুব কম হয়, এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি হয় এবং এক তরঙ্গদৈর্ঘ্য দূরত্বের জন্য আয়নাইজেশন ঘনত্বের পরিবর্তনও বেশি হয়। ফলে আয়নোস্ফেয়ার মাধ্যমকে অপ্রত্যাশিত বিচ্ছিন্ন মাধ্যম হিসেবে বিবেচনা করা যায়। ফলশ্রুতিতে মাধ্যম হতে সিগন্যাল প্রতিফলিত হয় এবং শক্তির শোষণ নগণ্য হয়। আবার সিগন্যাল ফ্রিকুয়েন্সি যখন খুব বেশি হয়, এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য খুব কম হয় এবং আয়নোস্ফেয়ার মাধ্যমকে ডাই-ইলেকট্রিক মাধ্যম হিসেবে বিবেচনা করা যায়, যা প্রতিসরণ তলে পরিণত হয়। এ দুই ক্ষেত্রে মাঝামাঝি ফ্রিকুয়েন্সিতে আয়নোস্ফেয়ারকে পাতলা দুটো মাধ্যমের সংযোগ মাধ্যম হিসাবে ধরে নেয়া যায়, যাতে সিগন্যাল আংশিক প্রতিফলিত হয় এবং আংশিক প্রতিসরিত হয়। ফলে আয়নোস্ফেয়ারের বিভিন্ন মাধ্যম হতে প্রতিফলিত/প্রতিসরিত ওয়েভের সমষ্টি দ্বারা লব্ধি ওয়েভ পাওয়া যায়।

## ৪.৭ রেডিও, মাইক্রোওয়েভ এবং ইনফ্রারেড কমিউনিকেশন (Radio, microwave and infrared communication) ঃ

❑ **রেডিও কমিউনিকেশন (Radio communication) ঃ** রেডিও কমিউনিকেশন বা রেডিও ট্রান্সমিশনকে দু'টি ভাগে ভাগ করা যায়, যথা–

(ক) Narrow band radio transmission এবং

(খ) Spread spectrum radio transmission ইত্যাদি।

নিম্নে এদের বর্ণনা দেয়া হলো ঃ

**(ক) Narrow band radio transmission ঃ** Single radio frequency-এর ক্ষেত্রে Narrow band communication সংঘটিত হয়। একটি নির্দিষ্ট এরিয়ার মধ্যে Infrared transmission এর চেয়েও Narrow band radio transmission-এর Range বেশি। এ পদ্ধতিতে Receiver কিংবা Transmitter কোনটিই Directly সংযুক্ত থাকে না এবং signal wall, building কিংবা Atmosphere-এর মধ্য দিয়ে Transmit হতে পারে।

**(খ) Spread spectrum radio transmission ঃ** Communication system-এর কতিপয় সমস্যা সমাধানকল্পে military কর্তৃক Spread spectrum radio transmission systemটি Develop করা হয়। এ পদ্ধতিতে Transmission system এর Reliability বৃদ্ধি পায় এবং Interference ও Jamming কমে যায়। এ পদ্ধতিটি WAN (Wide Area Network) এর ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। নাম থেকে বুঝা যায় যে, এ Transmission পদ্ধতিতে একাধিক Frequency-তে message transmit করা যায়।

Scanned with CamScanner

ওয়্যারলেস কমিউনিকেশনে কোনো ধরনের ক্যাবলের প্রয়োজন হয় না। টেলিকমিউনিকেশনসহ বিভিন্ন সংস্থার ক্যাবল নেটওয়ার্ক স্থাপনে অনেক ক্যাবলের প্রয়োজন হয় এবং ক্যাবলগুলো বিভিন্ন দূরত্বে কম্পিউটারের সাথে সংযোগ দেওয়ার ফলে অনেক খরচ পড়ে। কিন্তু ওয়্যারলেস কমিউনিকেশনে প্রেরক যন্ত্রে বেতার তরঙ্গের মাধ্যমে এক কম্পিউটারের সাথে অন্য কম্পিউটার বা এক ডিভাইসের সাথে অন্য ডিভাইসের সংযোগ স্থাপন করা হয়। আধুনিক অফিসগুলোতে আজকাল ওয়্যারলেস রাউটার ব্যবহার করে কতকগুলো কম্পিউটারের মধ্যে ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন সিস্টেমের ব্যবস্থা করা হয়। এতে বাড়তি কোনো তারের ঝামেলা থাকে না। ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন সিস্টেমের মাধ্যম হিসেবে রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি কমিউনিকেশন, মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন, ইনফ্রারেড কমিউনিকেশন ব্যবহৃত হয়। স্মার্টফোন, পিডিএ, ট্যাব, ল্যাপটপ, হাইস্পিড ইন্টারনেট সংযোগে ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন সিস্টেম অগ্রণী ভূমিকা পালন করছে।

ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন সিস্টেম বিভিন্নভাবে করা যায়। যেমন–

১। ওয়্যারলেস প্যান (Wireless PAN)

২। ওয়্যারলেস ল্যান (Wireless LAN)

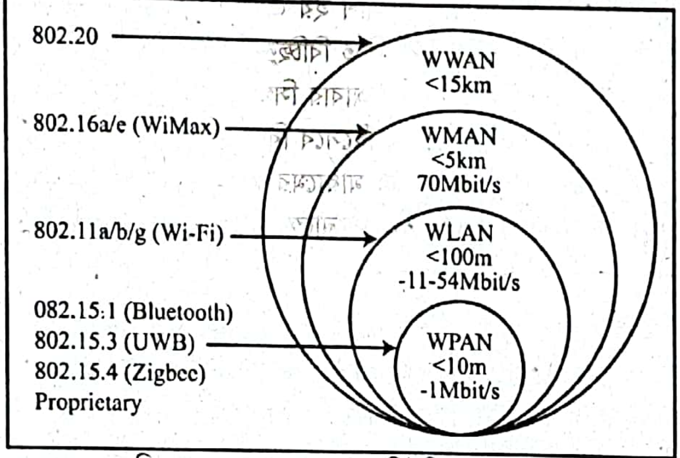
৩। ওয়্যারলেস ম্যান (Wireless MAN)

৪। ওয়্যারলেস ওয়ান (Wireless WAN)।

**১। ওয়্যারলেস প্যান (Wireless PAN) ঃ** ক্ষুদ্র দূরত্বে পার্সোনাল ডিভাইসগুলোর মধ্যে তথ্য আদান-প্রদানের জন্য ওয়্যারলেস প্যান ব্যবহার করা হয়। যেমন– ব্লু-টুথ ও ইনফ্রারেডের মাধ্যমে হ্যান্ডসেট বা ল্যাপটপের মধ্যে যোগাযোগের পদ্ধতি হলো WPAN। 10 মিটারের অধিক দূরত্বসীমায় WPAN কার্যকরী।

**২। ওয়্যারলেস ল্যান (Wireless LAN) ঃ** WLAN পদ্ধতিতে প্রতিটি কম্পিউটারের সাথে, একটি রেডিও মডেম এবং অ্যান্টেনা থাকে, যার সাহায্যে প্রতিটি কম্পিউটার অন্য কম্পিউটারের সাথে যোগাযোগ স্থাপন করতে পারে। বর্তমানে ছোট প্রতিষ্ঠান এবং বাসায় ওয়্যারলেস ল্যান অত্যন্ত জনপ্রিয়। 100 মিটারের অধিক দূরত্বসীমায় WLAN কার্যকরী।

**৩। ওয়্যারলেস ম্যান (Wireless MAN) ঃ** কয়েকটি Wireless LAN মিলে একটি Wireless MAN গঠিত হয়। এক্ষেত্রে Wi-MAX প্রযুক্তি ব্যবহার করা হয়। দূরত্ব 5 কিলোমিটারের বেশি হলে WMAN নেটওয়ার্ক ব্যবহৃত হয়।



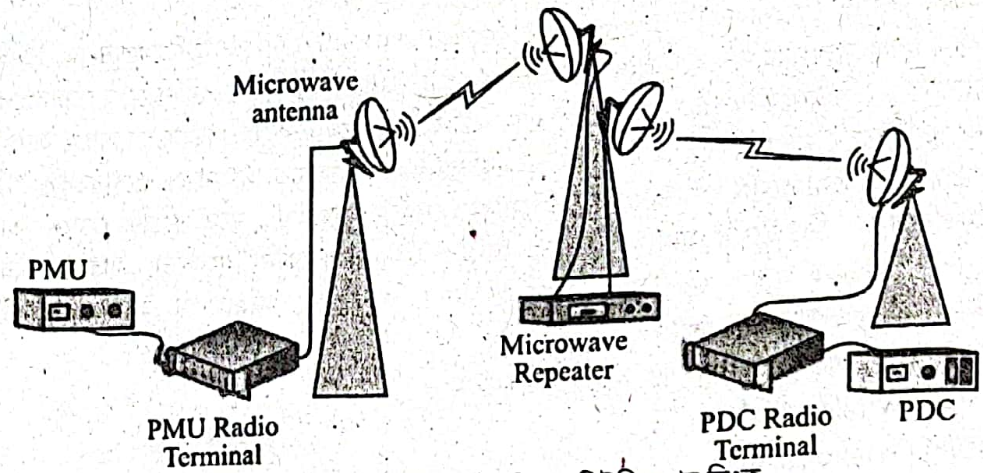

চিত্র ঃ ৪.৩০ ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন

**৪। ওয়্যারলেস ওয়ান (Wireless WAN) ঃ** বিস্তৃত ভৌগোলিক এলাকায় অবস্থিত একাধিক WLAN ও WMAN-কে নিয়ে Wireless WAN গড়ে ওঠে। Wireless WAN এ বিশেষ ডিভাইস ও প্রযুক্তির সাথে ইন্টারনেট সংযোগের মাধ্যমে তথ্য আদান-প্রদানের কাজ সম্পন্ন করা যায়। 15 কিলোমিটারের অধিক দূরত্বে WWAN নেটওয়ার্ক ব্যবহৃত হয়।

### ❑ মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন সিস্টেম (Microwave communication system) ঃ

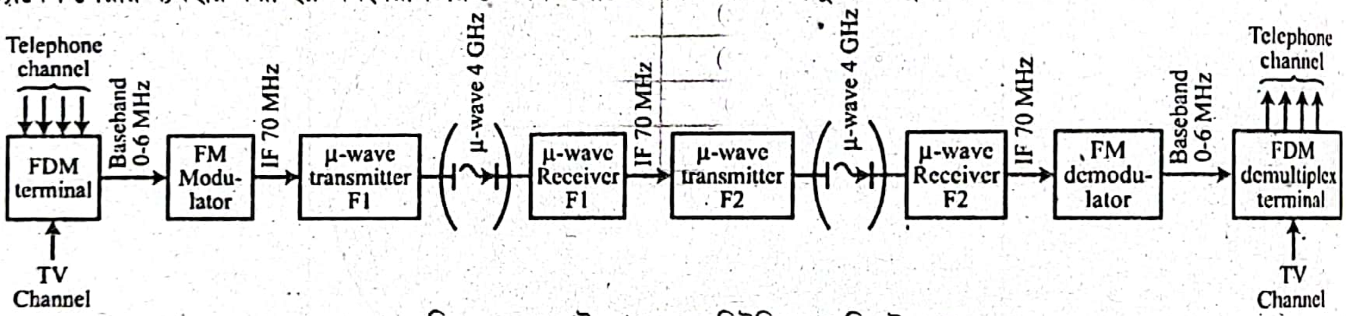
মাইক্রোওয়েভ রেডিও সিস্টেম সাধারণত 1GHz-এর উর্ধ্বে ফ্রিকুয়েন্সিতে অপারেট করে। গ্রাউন্ড অথবা স্যাটেলাইট সিস্টেমে যা-ই হোক না কেনো মাইক্রোওয়েভ প্রধানত লাইন অথবা সাইট ফ্রি স্পেস মোডে প্রোপাগেন্ট করে। 1950 সাল থেকে মাইক্রোওয়েভ রেডিও সিস্টেম লং-ডিস্ট্যান্স টেলিফোন কমিউনিকেশনে ব্যবহার হয়ে আসছে। একই সুবিধা এবং একই রুট-এর উপর দিয়ে বহু হাজার টেলিফোন চ্যানেল এবং বেশ কিছু সংখ্যক টেলিভিশন চ্যানেলের ট্রান্সমিশন সম্ভবপর করার জন্য ঐ সিস্টেম প্রয়োজনীয় ট্রান্সমিশন ব্যান্ডউইডথ এবং বিশ্বস্ততার যোগান দেয়। এতে 3–12GHz রেঞ্জের মধ্যে ক্যারিয়ার ফ্রিকুয়েন্সি ব্যবহৃত হয়। যেহেতু মাইক্রোওয়েভগুলো কেবলমাত্র লাইন অব সাইট (Line of sight) পথে ভ্রমণ করে, সেহেতু প্রায় 50km অন্তর অন্তর রিপিটার স্টেশনের প্রয়োজন হয়। এ সিস্টেমে উচ্চতর দিকদর্শী (Highly directiohal) হাই গেইন অ্যান্টিনাসমূহ ব্যবহার করা হয় বলে ট্রান্সমিটার আউটপুট পাওয়ার লো (1 Watt-এর চেয়েও কম হতে পারে) হয়।

Scanned with CamScanner




চিত্র ঃ ৪.৩১ মাইক্রোওয়েভ রেডিও কমিউনিকেশন লিংক

নিচের চিত্রে মাইক্রোওয়েভ সিস্টেমের একটি চ্যানেল সরবরাহ করার জন্য প্রয়োজনীয় ইকুইপমেন্ট দেখানো হয়েছে। দুটি টার্মিনাল স্টেশন এবং এক বা একাধিক রিপিটার স্টেশন দ্বারা এটি গঠিত হয়। প্রেরক প্রান্তে কয়েকশত টেলিফোন চ্যানেল অথবা একটি টেলিভিশন চ্যানেলকে 6MHz-এর বেসব্যান্ড ব্যান্ডপাসের মধ্যে ফ্রিকুয়েন্সি মাল্টিপ্লেক্সড করে ইনপুট গ্রহণ করা হয়। বেসব্যান্ড ফ্রিকুয়েন্সিটি একটি 70-MHz IF সিগন্যালকে মডুলেট করে, যাকে 4GHz ব্যান্ডের মধ্যে আপ-কনভার্ট করে মাইক্রোওয়েভ আউটপুট ফ্রিকুয়েন্সি F1-এ পরিণত করা হয়। এ সিগন্যালকে অ্যামপ্লিফাই করা হয় এবং প্রায় 50km দূরের একটি রিপিটার স্টেশনের দিকে একটি ডিরেকশনাল অ্যান্টিনার মাধ্যমে ফিড করা হয়। রিপিটার স্টেশনে মূল স্টেশনের দিকে তাক করা একটি অ্যান্টিনা দ্বারা F1 ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যাল গৃহীত হয়। তারপর ডাউন-কনভার্ট করে IF সিগন্যালে রূপান্তর করা হয়। আবার রিসিভিং টার্মিনালে স্টেশনের দিকে ট্রান্সমিশনের জন্য আপ-কনভার্ট করে নতুন ফ্রিকুয়েন্সি F2-তে রূপান্তর করা হয়। যখন সিগন্যালটি বেশ কয়েকটি রিপিটার চেইনের মধ্য দিয়ে অতিক্রম করে তখন চেইনের অল্টারনেট লিংকগুলো অল্টারনেট ফ্রিকুয়েন্সি ব্যবহার করে, যাতে একটি রিপিটার স্টেশনে পুনঃপ্রেরিত এনার্জি এর নিজের রিসিভারে ফিডব্যাক-না-হয়। কিছু কিছু মাইক্রোওয়েভ সিস্টেমে কয়েকটি two-way চ্যানেল পেয়ার ব্যবহার করা হয় এবং রিপিটার স্টেশনগুলোতে অধিক জটিল ফ্রিকুয়েন্সি সুইচিং সিস্টেম ব্যবহৃত হয়।




চিত্র ঃ ৪.৩২ মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন সিস্টেম

রিসিভিং টার্মিনাল স্টেশনে সিগন্যালকে ডাউন-কনভার্ট করে IF সিগন্যালে রূপান্তর করা হয় এবং বেসব্যান্ড সিগন্যালকে উদ্ধার করার জন্য ডিমডুলেট করা হয়। এ বেসব্যান্ড সিগন্যালকে তারপর ডিমাল্টিপ্লেক্সড পৃথক পৃথক টেলিফোন অথবা টেলিভিশন চ্যানেলে সিগন্যাল পরিণত করা হয়। টার্মিনাল স্টেশনগুলোতে দুটি অ্যান্টেনা ব্যবহৃত হয়, একটি রিসিভিং-এর এবং অন্যটি ট্রান্সমিটিং-এর জন্য। সিস্টেমটির অনেকগুলো ট্রান্সমিটার এবং রিসিভার থাকতে পারে কিন্তু তারা সকলেই একই অ্যান্টেনা ব্যবহার করবে। রিপিটার স্টেশনগুলোতেও দুটি অ্যান্টেনা দেয়া থাকে, যারা পারস্পরের সাথে পয়েন্টিং করা থাকে। রিপিটার স্টেশনগুলোর জন্য উঁচু জায়গা নির্বাচন করা হয়, যেমন– পাহাড়ের শীর্ষদেশ অথবা উঁচু দালান এবং দুটি স্টেশনের মধ্যে দূরত্ব বাড়ানোর জন্য, সেখানে নির্মিত টাওয়ার অতিরিক্ত উচ্চতা প্রদান করে।

**ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জসহ মাইক্রোওয়েভের প্রয়োগ ক্ষেত্র ঃ**

মাইক্রোওয়েভের ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জকে সুনির্দিষ্ট করা খুবই কঠিন। তবুও যোগাযোগ পদ্ধতিতে 100 থেকে 1 সেন্টিমিটার তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট ওয়েভেকে মাইক্রোওয়েভ ধরা হয়। এর ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ 0.3 থেকে 20 গিগাহার্টজ (GHz) ধরা হয়।

দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের পর হতে মাইক্রোওয়েভ উৎপাদন, প্রেরণ এবং পরিমাণ প্রক্রিয়ার ব্যাপক ক্ষেত্র এবং গবেষণা শুরু হয়। কমিউনিকেশনাল, ইন্ডাস্ট্রিয়াল, বায়োমেডিক্যাল এবং অন্যান্য ক্ষেত্রে মাইক্রোওয়েভ প্রয়োগ হয়। ট্রপোস্ফেরিক কমিউনিকেশন, পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট কমিউনিকেশন, স্পেস-টু-স্পেস কমিউনিকেশন ইত্যাদি মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন পদ্ধতির ব্যবহারিক ক্ষেত্র। রাডার, এয়ারক্র্যাফট, আন্তর্জাতিক টেলিফোন, টেলিভিশন কমিউনিকেশন, রিমোট সেনসিং ইত্যাদি মাইক্রোওয়েভের প্রয়োগ।

Scanned with CamScanner

মাইক্রোওয়েভের বিশেষ কিছু সুবিধা যেমন–অধিক গভীরে তাপ প্রেরণ, দ্রুত এবং তাৎক্ষণিক শক্তি নিয়ন্ত্রণ এবং শক্তি প্রেরণের দক্ষতা ইত্যাদির কারণে ইন্ডাস্ট্রিতে মাইক্রোওয়েভের ব্যবহার উত্তরোত্তর বৃদ্ধি পাচ্ছে। মাইক্রোওয়েভ ব্যবহারের দিক দিয়ে ইন্ডাস্ট্রিসমূহকে ফুড ইন্ডাস্ট্রি, রাবার ইন্ডাস্ট্রি, প্লাস্টিক ইন্ডাস্ট্রি, কেমিক্যাল ইন্ডাস্ট্রি, ফরেস্ট পাবলিক ইন্ডাস্ট্রি, মাইনিং পাবলিক ওয়ার্ক ইত্যাদি গ্রুপে বিভক্ত করা যায়। সাধারণ ইন্ডাকশন হিটিং (Induction heating) প্রক্রিয়ায়ও মাইক্রোওয়েভ ব্যবহার করা হয়।

**ফ্রিকুয়েন্সি ব্যান্ডের উপর ভিত্তি করে মাইক্রোওয়েভের শ্রেণিবিন্যাস (Classification of microwave on the basis of frequency band) ঃ**

ফ্রিকুয়েন্সি ব্যান্ডের উপর ভিত্তি করে মাইক্রোওয়েভকে নিম্নরূপে শ্রেণিবিন্যাস করা যায়–

**টেবিল-৪.৮ ঃ মাইক্রোওয়েভ ব্যান্ডস**

| ব্যান্ড | ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ (গিগাহার্টজ) |
|---|---|
| U | 0.3 – 1.12 |
| L | 1.12 – 1.7 |
| LS | 1.7 – 2.6 |
| S | 2.6 – 3.95 |
| C | 3.95 – 5.85 |
| XC | 5.85 – 8.2 |
| X | 8.2 – 12.4 |
| Ku | 12.4 – 18.0 |
| K | 18.0 – 26.5 |
| Ka | 26.5 – 40.00 |

নিচের টেবিলে ফ্রিকুয়েন্সির বিভিন্ন এককের মধ্যে সম্পর্ক দেখানো হয়েছে।

**টেবিল-৪.৯**

| বিভিন্ন একক | হার্টজ |
|---|---|
| কিলোহার্টজ (kHz) | $10^3$(Hz) |
| মেগাহার্টজ (MHz) | $10^6$(Hz) |
| গিগাহার্টজ (GHz) | $10^9$(Hz) |
| টেরাহার্টজ (THz) | $10^{12}$(Hz) |

এ ছাড়াও, সাধারণভাবে সামরিক যন্ত্রপাতিতে ব্যবহৃত সাম্প্রতিককালে মাইক্রোওয়েভ ব্যান্ডের শ্রেণিভেদ টেবিল-৪.৭-তে দেখানো হয়েছে ঃ

**টেবিল-৪.১০ ঃ সামরিক ক্ষেত্রে ব্যবহৃত মাইক্রোওয়েভ ব্যান্ড**

| ব্যান্ড | ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ (গিগাহার্টজ) |
|---|---|
| A | 0.1 – 0.25 |
| B | 0.25 – 0.5 |
| C | 0.5 – 1.0 |
| D | 1.0 – 2.0 |
| E | 2.0 – 3.0 |

**ইনফ্রারেড কমিউনিকেশন (Infrared communication) ঃ**

১৮৩৫ সালে মার্সেডিও মেলোনি প্রথম ইনফ্রারেড প্রযুক্তি আবিষ্কার করেন। ডিভাইস থেকে ডিভাইসে তথ্য পাঠানোর জনপ্রিয় প্রযুক্তি হলো ইনফ্রারেড। এ প্রযুক্তিতে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মাধ্যমে তড়িচ্চুম্বকীয় পদ্ধতিতে তথ্য পাঠানো হয়ে থাকে। ইনফ্রারেডের ফ্রিকুয়েন্সি সীমা ব্লু-টুথ প্রযুক্তির চেয়ে অনেক কম। সাধারণত 0.7 থেকে 300 মাইক্রোমিটার দূরত্বের ডিভাইসের মধ্যে তথ্য আদান-প্রদান করা যায়।

**ইনফ্রারেড এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য (মাইক্রোমিটারে)**

| | |
|---|---|
| নিকটবর্তী ইনফ্রারেড | 0.75 μm থেকে 1.4 μm |
| ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ইনফ্রারেড | 1.4 μm থেকে 3 μm |
| মধ্যবর্তী তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ইনফ্রারেড | 3 μm থেকে 8 μm |
| অধিক দূরত্বের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ইনফ্রারেড | 15 μm থেকে 1000 μm |

Scanned with CamScanner

প্রথম পর্যায়ে সরকারি এবং সেনাবাহিনীর বিভিন্ন কাজে ইনফ্রারেড ব্যবহার করা হলেও জনপ্রিয় এ প্রযুক্তি এখন সবার জন্য উন্মুক্ত।

Infrared transmission system-টি TV remote control-এ ব্যবহার করা হয়। রিমোট কন্ট্রোলটি Infrared light signal, যা টেলিভিশন Receiver-এর Instruction code ধারণ করে তা Pulse আকারে Receiver এ পাঠায়। চার ধরনের Infrared communication লক্ষ করা যায়, যথা–

(ক) **Broadband optical telepoint** ঃ এ পদ্ধতিতে Broadband Technology ব্যবহার করে Data transmit করা হয়।

(খ) **Line-of-sight infrared** ঃ এ ধরনের Communication receiver ও transmitter এর মধ্যবর্তী Line-of-sight path এ সংগঠিত হয়ে থাকে।

(গ) **Reflective infrared** ঃ এ পদ্ধতিতে Wireless PC-সমূহ হতে Signal একটি কেন্দ্রীয় Unit-এ যায়, পরবর্তীতে সেখান থেকে সকল Node এ Signal transmit হয়ে থাকে।

(ঘ) **Scatter infrared** ঃ এ পদ্ধতিতে 100 feet দূরত্বের মধ্যে Reliably data receiver এর নিকট পৌঁছে যদিও Transmission way-এর মধ্যে Wall, floor কিংবা Ceiling ইত্যাদি থাকে। Infrared communication-টি 100 feet দূরত্বের মধ্যে সবচেয়ে বেশি Speedfull এবং এ পদ্ধতিটি LAN, WAN এই দুটি Transmission-এই ব্যবহার করা সম্ভব।

## ৪.৮ রেডিও, মাইক্রোওয়েভ ও স্যাটেলাইট কমিউনিকেশনের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of radio, microwave and satellite communication) ঃ

■ **রেডিও কমিউনিকেশনের বৈশিষ্ট্য ঃ**

ডেটা ট্রান্সমিশন স্পিডের উপর ভিত্তি করে ডেটা কমিউনিকেশন গতিকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়; যথা–

১। ন্যারো ব্যান্ড (Narrow Band) ২। ভয়েস ব্যান্ড (Voice Band) ও ৩। ব্রড ব্যান্ড (Broad Band)।

**১। ন্যারো ব্যান্ড (Narrow Band) ঃ** ন্যারো ব্যান্ডে ডেটা স্থানান্তরের গতি সাধারণত 45 bps থেকে সর্বোচ্চ 300 bps পর্যন্ত হয়ে থাকে। সাধারণত ধীরগতির ডেটা স্থানান্তরের ক্ষেত্রে এ ব্যান্ড ব্যবহার করা হয়। টেলিগ্রাফিতে তারের ব্যবহার বেশি হওয়ায় ডেটা স্থানান্তরের গতি কম। টেলিগ্রাফিতে ন্যারো ব্যান্ড ব্যবহার করা হয়।

**২। ভয়েস ব্যান্ড (Voice Band) ঃ** ভয়েস ব্যান্ডে ডেটা চলাচলের গতি সাধারণত সর্বনিম্ন 300 bps থেকে সর্বোচ্চ 9600 bps পর্যন্ত হয়ে থাকে। সাধারণত টেলিফোনে এই ব্যান্ড বেশি ব্যবহৃত হয়। তবে কম্পিউটার ডেটা কমিউনিকেশনে কম্পিউটার থেকে প্রিন্টারে এবং কার্ড রিডার থেকে কম্পিউটারে ডেটা স্থানান্তরের ক্ষেত্রে ভয়েস ব্যান্ড ব্যবহার করা হয়।

**৩। ব্রড ব্যান্ড (Broad Band) ঃ** উচ্চ গতিসম্পন্ন এ ব্যান্ডের ডেটা চলাচলের গতি 1 mbps (mega bit per second) হতে সর্বোচ্চ কয়েক gbps (giga bit per second) পর্যন্ত হয়ে থাকে। সাধারণত অপটিক্যাল ফাইবার ক্যাবল, DSL (Digital Satellite Link) ক্যাবল, মডেম, রেডিও লিংকে ব্রড ব্যান্ড ব্যবহার করা হয়। ব্রড ব্যান্ড স্পিডের জন্য বাংলাদেশে DSL ক্যাবল মডেমের দাম কম হওয়ায় ব্রড ব্যান্ডের প্রচলনই বেশি।

নিম্নে Radio communication system-এর বৈশিষ্ট্যাবলি উল্লেখ করা হলো ঃ

(ক) ইনফ্রারেড ও লেজার কমিউনিকেশন মিডিয়া অপেক্ষা খরচ বেশি পড়ে।

(খ) এতে Installation প্রক্রিয়ায় Trained technician-এর প্রয়োজন পড়ে।

(গ) সাধারণত কয়েকশত কিলোমিটার পর্যন্ত Data transmit করতে পারে।

(ঘ) এতে Transmission loss বিদ্যমান।

(ঙ) এতে বৃষ্টি, ঝড়, তুফান ইত্যাদি কারণে Data interference-জনিত সমস্যা দেখা দিতে পারে।

(চ) এটার ফ্রিকুয়েন্সি <300 GHz.

(ছ) ওয়েভলেংথ 1 মিলিমিটার থেকে 1,00,000 কিমি।

(জ) এটা টেলিকমিউনিকেশন ও টেলিভিশন ব্রডকাস্টিং-এ ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

■ **মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশনের বৈশিষ্ট্য ঃ**

মাইক্রোওয়েভের কিছু বৈশিষ্ট্য আছে, যার জন্য ব্যাপকভাবে মাইক্রোওয়েভ ব্যবহৃত হচ্ছে। বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ ঃ

(ক) ব্যান্ডউইডথ (Bandwidth)

(খ) ডাইরেক্টিভিটি (Directivity)

(গ) বিশ্বস্ততা (Reliability)

(ঘ) পাওয়ার (Power requirements)

(ঙ) গেইন (Gain)।

Scanned with CamScanner

(ক) **ব্যান্ডউইডথ (Bandwidth) ঃ** মাইক্রোওয়েভের রেঞ্জ অধিক হওয়ায় চ্যানেল ক্যাপাসিটি বৃদ্ধি পায়। ফলে, টিভি কমিউনিকেশনে চ্যানেল সংখ্যা বৃদ্ধি করা যায়। এতে সিগন্যাল-টু-নয়েজ রেশিও বৃদ্ধি পায়।

(খ) **ডাইরেক্টিভিটি (Directivity) ঃ** মাইক্রোওয়েভ তরঙ্গের ফ্রিকুয়েন্সি বেশি হওয়ায় অ্যান্টেনার সাইজ হ্রাস পায় এবং ডাইরেক্টিভিটি বৃদ্ধি পায়। মাইক্রোওয়েভ তরঙ্গ বিভিন্ন দিকে না ছড়িয়ে সুনির্দিষ্ট দিক গমন করে।

(গ) **বিশ্বস্ততা (Reliability) ঃ** মাইক্রোওয়েভের ক্ষেত্রে লাইন অব সাইট (Line of sight) প্রপাগেশন ঘটে। ফলে প্রেরক ও গ্রাহকের মধ্যে সরাসরি শক্তির স্থানান্তর ঘটে বলে ফেডিং ইফেক্ট (Fading effect) কম ঘটে। তা ছাড়া, মাইক্রোওয়েভ প্রপাগেশনে প্রতিকূল আবহাওয়ার কোনো প্রভাব পড়ে না।

(ঘ) **পাওয়ার (Power requirements) ঃ** মাইক্রোওয়েভ তরঙ্গের ক্ষেত্রে প্রেরক ও গ্রাহক উভয়ের জন্য অপেক্ষাকৃত কম পাওয়ার প্রয়োজন হয়। ফলে, অন্যান্য কমিউনিকেশনের চেয়ে এতে রিপিটার স্টেশন (Repeater Station) কম প্রয়োজন হয়।

(ঙ) **গেইন (Gain) ঃ** মাইক্রোওয়েভের ক্ষেত্রে তরঙ্গ সুনির্দিষ্ট দিকে গমন করে বলে তরঙ্গের অপচয় কম হয়। ফলে গেইন বৃদ্ধি পায়।

নিম্নে Satellite communication system-এর বৈশিষ্ট্যাবলি উল্লেখ করা হলো ঃ

(ক) এতে খরচের পরিমাণ বেশি।

(খ) এতেও Installation প্রক্রিয়ায় Trained technician প্রয়োজন।

(গ) সাধারণত 25 – 30 মাইল দূরত্বে Data transmit করা যায়।

(ঘ) এতেও EMI সমস্যা আছে।

(ঙ) এর Transmission speed প্রায় 16 Gbps।

(চ) এটার রেডিও স্পেকট্রাম ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ 1.0 থেকে 300 GHz।

(ছ) এটা পয়েন্ট টু পয়েন্ট কমিউনিকেশনে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

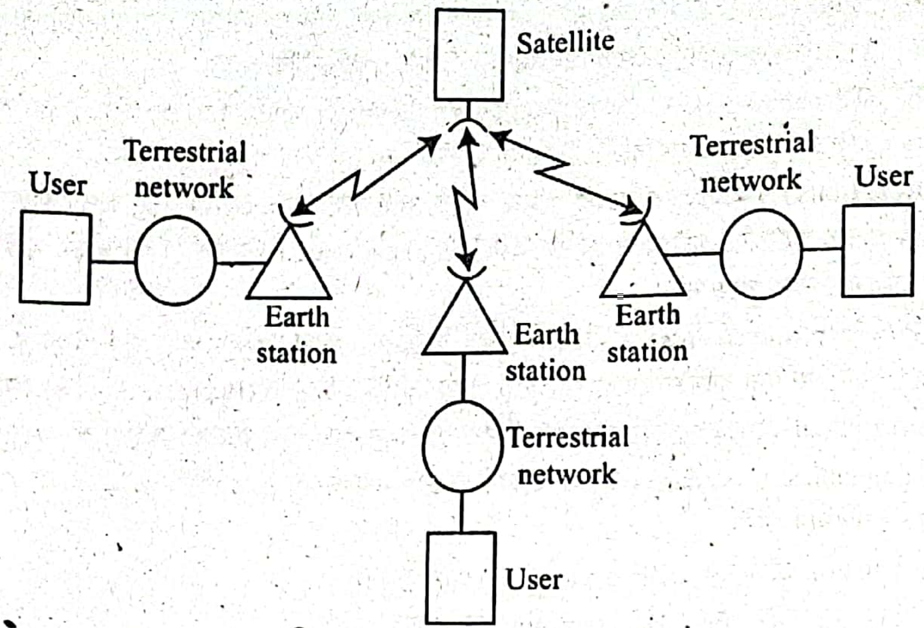
**■ স্যাটেলাইট কমিউনিকেশনের বৈশিষ্ট্য ঃ**

নিচের চিত্রের মাধ্যমে স্যাটেলাইটের সাধারণ গঠন দেখানো হলো। এটা মহাশূন্যে স্যাটেলাইট এবং ভূমিতে অবস্থিত আর্থ স্টেশনের মধ্যকার যোগাযোগ রক্ষা করে। এ প্রকার টেরিস্ট্রিয়াল নেটওয়ার্ক টেলিফোন লিংক অথবা ভূমি কেন্দ্রের সাথে অন্য যে কোন সেবা বহন করে। ব্যবহারকারী আর্থ স্টেশন বেস ব্যান্ড সিগন্যাল উৎপাদন এবং প্রক্রিয়াকরণ করে স্যাটেলাইটে সম্প্রচার করে। ফলে স্যাটেলাইটকে স্পেসে বৃহত্তর রিপিটার হিসেবে চিন্তা করা হয়। অর্থাৎ তা আপলিংক ফ্রিকুয়েন্সির মাধ্যমে মডুলেটেড (আরএফ/RF) ক্যারিয়ার গ্রহণ করে এবং তা পুনরায় ডাউন লিংক ফ্রিকুয়েন্সির মাধ্যমে পৃথিবীর আর্থ স্টেশনে পাঠিয়ে দেয়। আপ এবং ডাউন লিংক ফ্রিকুয়েন্সির মাধ্যমে পৃথিবীর আর্থ স্টেশনে যোগাযোগ রক্ষা করা যায়। আপ এবং ডাউন লিংক ফ্রিকুয়েন্সির তারতম্য থাকায় তাদের মধ্যে কোনো প্রকার ইন্টারফিয়ারেন্স সংগঠিত হয় না। পৃথিবীর গ্রাহক স্টেশন সিগন্যালটি গ্রহণ করে প্রক্রিয়াকরণের মাধ্যমে পুনরায় বেস ব্যান্ড সিগন্যালে রূপান্তর করে গ্রাহকের টেরিস্ট্রিয়াল নেটওয়ার্কে প্রদান করে।

বাণিজ্যিক যোগাযোগ স্যাটেলাইটের মধ্যে WARC – 1979 টি 500 MHz ব্যান্ড উইডথের মধ্যে 6 GHz-কে আপলিংক সম্প্রচারে এবং অন্য 500 MHz এর ব্যান্ডউইডথ বিশিষ্ট 4 GHz সিগন্যালকে ডাউন লিংক সম্প্রচারে ব্যবহার করে। বাস্তবে 5.275 থেকে 7.075 GHz সিগন্যালকে আপ লিংক এবং 3.4 থেকে 4.8 GHz সিগন্যাল ডাউন লিংক ফ্রিকুয়েন্সি হিসাবে ব্যবহার করা হয়। 500 MHz ব্যান্ডকে সচরাচর 12টি চ্যানেলে ভাগ করা হয় এবং প্রতিটি চ্যানেল প্রায় 40 MHz ফ্রিকুয়েন্সি বিশিষ্ট। প্রতিটি 40 MHz চ্যানেলের সম্প্রচার ক্ষমতা 5 থেকে 10 ওয়াট। এ 12 টি ট্রান্সপন্ডার একটি করে টিভি চ্যানেল অথবা 1500 টি অ্যানালগ FM ভয়েস সার্কিট বহন করে। ডিজিটাল মডুলেশন ব্যবহার করলে ট্রান্সপন্ডারের ডাটার হার 50 থেকে 100 M byte হবে। SSB মডুলেশন ব্যবহার করলে প্রায় 10,000 ভয়েস সার্কিট একটি একক স্যাটেলাইট ট্রান্সপন্ডার বহন করতে পারে।

14/12 GHz ব্যান্ড বাণিজ্যিক যোগাযোগ স্যাটেলাইটে ব্যবহার করলে আপ লিংক ফ্রিকুয়েন্সির মান হবে 12.75 থেকে 14.8 GHz এর মধ্যে এবং ডাউন লিংক ফ্রিকুয়েন্সির মান হবে 10.7 থেকে 13.3 GHz অথবা 12.5 থেকে 12.7 GHz এর মধ্যে। এ ব্যান্ডের ফ্রিকুয়েন্সিকে তখন কোথাও ব্যবহার করা হয় না। এ প্রকার ব্যান্ড রেইন অ্যাটেনুয়েশন সমস্যা সৃষ্টি করে। তৃতীয় আর একটি ব্যান্ড 20/30 GHz, যার ব্যান্ডউইডথ 2.5 GHz তাও ব্যবহারের চিন্তা চলছে। এখানে 27.5 থেকে 31 GHz এর ফ্রিকুয়েন্সিকে ডাউন লিংকে ফ্রিকুয়েন্সি হিসেবে ব্যবহার করা হয়। অদূর ভবিষ্যতে উন্নত প্রযুক্তির বিদ্যা ব্যবহার করে তাকে বিভিন্ন কাজে ও সম্প্রচারের কাজে লাগানো যাবে।

Scanned with CamScanner




চিত্র ঃ ৪.৩৩ A Basic Satellite System

■ **স্যাটেলাইটের ফ্রিকুয়েন্সি ব্যান্ড (Frequency bands of satellite) ঃ**

টেবিল-৪.৮ এ যোগাযোগ ব্যবস্থার ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফ্রিকুয়েন্সি স্পেকট্রাম দেখানো হয়েছে। স্যাটেলাইট যোগাযোগ ব্যবস্থায় সুপার হাই ফ্রিকুয়েন্সি এবং এক্সট্রা হাই ফ্রিকুয়েন্সি ব্যবহৃত হয়। টেবিল ৪.১২-এ স্যাটেলাইট ফ্রিকুয়েন্সি স্পেকট্রাম দেখানো হয়েছে। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফ্রিকুয়েন্সি স্পেকট্রাম শুধুমাত্র স্যাটেলাইট কমিউনিকেশনে ব্যবহৃত হয় না বরং তা টেলিকমিউনিকেশনেও প্রয়োগ করা হয়।

| Frequency | Wavelength (m) | Designation |
|---|---|---|
| 3 Hz – 30 kHz | $10^8 - 10^4$ | Very Low Frequency (VLF) |
| 30 – 300 KHz | $10^4 - 10^3$ | Low Frequency (LF) |
| 300 kHz – 3MHz | $10^3 - 10^2$ | Medium Frequency (MF) |
| 3 – 30 MHz | $10^2 - 10$ | High Frequency (HF) |
| 30 – 300 MHz | 10 – 1 | Very High Frequency (VHF) |
| 300 MHz – 3 GHz | $1 - 10^{-1}$ | Ultra High Frequency (VHF) |
| 3 – 30 GHz | $10^{-1} - 10^{-2}$ | Super High Frequency (SHF) |
| 30 – 300 GHz | $10^{-2} - 10^{-2}$ | Extremely High Frequency (EHF) |
| $10^3 - 10^7$ GHz | $3 \times 10^{-5} - 3 \times 10^{-9}$ | Infrared, Visible light, Ultraviolet |

টেবিল ঃ ৪.১১ Electromagnetic Frequency Spectrum

| Frequency band | Range (GHz) |
|---|---|
| L | 1 – 2 |
| S | 2 – 4 |
| C | 4 – 8 |
| X | 8 – 12 |
| Ku | 12 – 18 |
| K | 18 – 27 |
| Ka | 27 – 40 |
| Millimeter | 40 – 300 |

টেবিল ঃ ৪.১২ Frequency spectrum

Scanned with CamScanner

# অনুশীলনী-৪

## অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **Transmission media কী?**

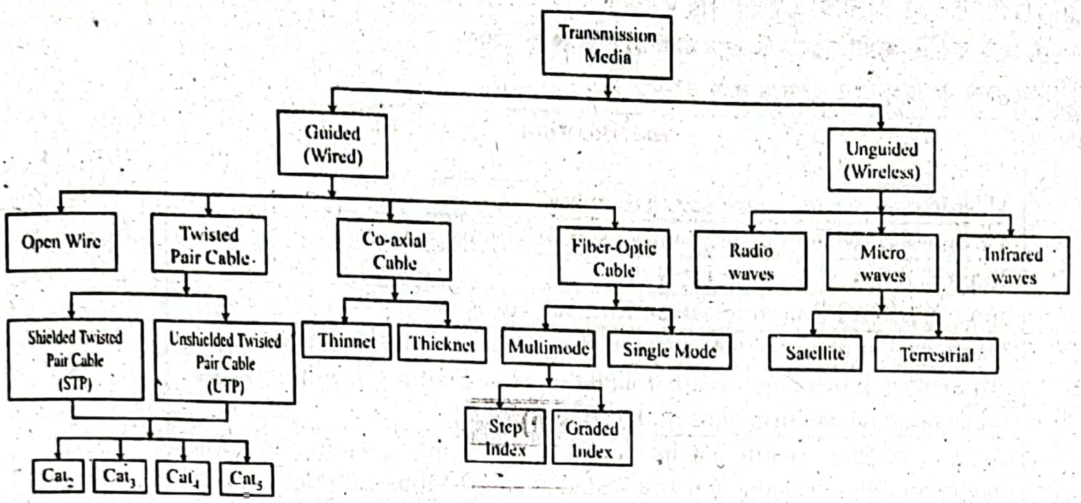
[বাকাশিবো-২০১৪]

**উত্তর** Transmission medium হলো একটি Material substance (যা Solid, Liquid কিংবা Gas হতে পারে), যা দ্বারা Energy waves উৎপন্ন করা যায়। যেমন– সাধারণত কান দ্বারা Receive-এর Transmission medium হলো বাতাস (Air)। বাতাস ছাড়াই শব্দ গ্রহণের ক্ষেত্রে কঠিন (Solid) বা তরল (Liquid) পদার্থ ব্যবহার হতে পারে। Transmission medium এর বহুবচন (Plural) হলো– Transmission media.

২। **Transmission media কে কয়ভাগে ভাগ করা হয়েছে ও কী কী?**
**অথবা, ট্রান্সমিশন মিডিয়াগুলোর শ্রেণিবিভাগ কর।**

[বাকাশিবো-২০১৬]

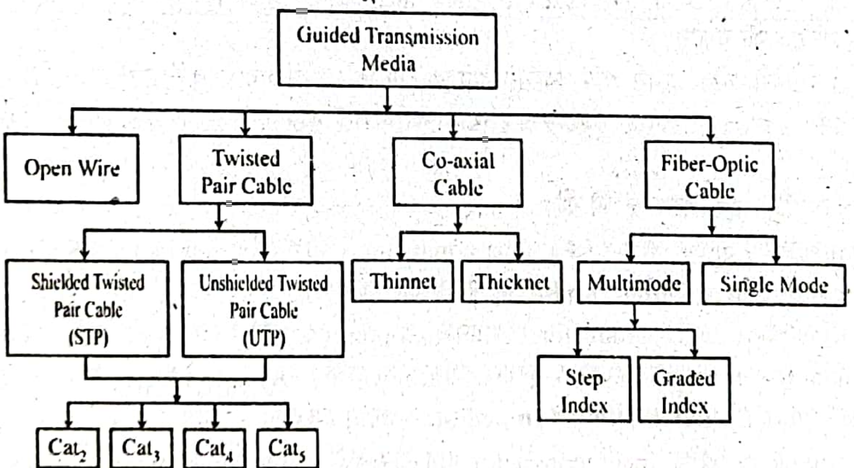
**উত্তর** ট্রান্সমিশন মিডিয়াগুলোর শ্রেণিবিভাগ নিম্নরূপ ঃ




৩। **Guided transmission-এর প্রকারভেদ দেখাও।**
**অথবা, গাইডেড ট্রান্সমিশন মিডিয়ার শ্রেণিবিভাগ দেখাও।**

[বাকাশিবো-২০১৪]
[বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

**উত্তর** গাইডেড ট্রান্সমিশন মিডিয়ার শ্রেণিবিভাগ নিম্নরূপ ঃ




৪। **Guided transmission frequency range এর ছকটি লেখ।**

**উত্তর** Guided transmission frequency range এর ছকটি নিম্নরূপ ঃ

| | |
|---|---|
| Open cable | 0–5 MHz |
| Twisted pair cable | 0–100 MHz |
| Co-axial cable | 0–500 MHz |
| Optical fiber cable | 186 to 370 THz |

Frequency range of guided transmission media

Scanned with CamScanner

৫। **Open wire সর্বোচ্চ কত ফুট দূরত্বের মধ্যে ডাটা আদান-প্রদান করতে পারে?** [বাকাশিবো-২০১৪]

**উত্তর** Open wire সর্বোচ্চ ২০ ফুট দূরত্বের মধ্যে ডাটা আদান-প্রদান করতে পারে।

৬। **Twisted pair ক্যাবলকে কয়টি ভাগে ভাগ করা হয়েছে ও কী কী?**

**উত্তর** সাধারণত Twisted pair cable-কে দুটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে—

(ক) Shielded twisted pair (STP). (খ) Unshielded twisted pair (UTP)।

৭। **EMI, RFI, STP, UTP, EIA, CATV, RG, TIA, LED, ILD, LASER-এর পূর্ণ অর্থ লেখ।**

**উত্তর** EMI = Electromagnetic Interference.
RFI = Radio Frequency Interference.
STP = Shielded Twisted Pair.
UTP = Unshielded Twisted pair.
EIA = Electronic Industries Association.
CATV = Cable Television.
RG = Radio Government.
TIA = Telecommunication Industry Association.
LED = Light Emitting Diode.
ILD = Injection Laser Diode.
LASER = Light Amplification by Stimulated Emission Radiation.

৮। **UTP ক্যাবলে কত জোড়া তার থাকে?**

**উত্তর** UTP ক্যাবলে ৪ (চার) জোড়া তার থাকে।

৯। **UTP ক্যাবলকে কয়টি ক্যাটাগরিতে বিভক্ত করা হয়েছে ও কী কী?**

**উত্তর** নিম্নোক্ত ক্যাটাগরিতে বিভক্ত করা হয়েছে ঃ

| Category | Specification | Data rate (Mbps) | Use |
|---|---|---|---|
| 1. | Unshielded twisted pair used in telephone | <0.1 | Telephone |
| 2. | Unshielded twisted-air originally used in T-lines | 2 | T-1 lines |
| 3. | Improved CAT 2 used in LANs | 10 | LANs |
| 4. | Improved CAT 3 used in Token Ring networks | 20 | LANs |
| 5. | Cable wire is normally 24 AWG with a jacket and outside sheath | 100 | LANs |
| 5E. | An extension to category 5 that includes extra features to minimize the cross-talk and electromagnetic interference | 125 | LANs |
| 6. | A new category with matched components coming from the same manufacturer. The cable must be tested at a 200-Mbps data rate. | 200 | LANs |
| 7. | Sometimes called SSTP (shielde. screen twisted-pair). Each pair is individually wrapped in a helical metallic foil followed by a metallic foil shield in addition to the outside sheath. The shield decreases the effect of crosstalk and increases the data rate. | 600 | LANs |

১০। **Co-axial ক্যাবল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৪]

**উত্তর** Co-axial ক্যাবল হলো এমন এক ধরনের ক্যাবল, যাতে গোলাকার আকৃতির দুটি Conductor, ১টি Insulator এবং একটি Jacket থাকে। Co-axial cable টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবলের বহনকৃত Frequency-এর চেয়ে হাই-ফ্রিকুয়েন্সি Signal বহন করে।

১১। **Co-axial ক্যাবলে কয়টি অংশ থাকে ও কী কী?**

**উত্তর** Co-axial ক্যাবলে চারটি অংশ ঃ (ক) Inner conductor, (খ) Outer conductor, (গ) Insulator, (ঘ) Jacket.

১২। **Co-axial inner conductor ও Outer conductor কী দিয়ে তৈরি?**

**উত্তর** Co-axial ক্যাবলের Inner conductor সাধারণত Copper (কপার) দিয়ে তৈরি এবং Outer conductor ধাতব পাত বা ধাতব সুতা (Metal foil or braid) কিংবা এ দুয়ের সংমিশ্রণে তৈরি। Outer conductor সিলিন্ডারের আকৃতিবিশিষ্ট।

১৩। **Impedance কাকে বলে? Co-axial ক্যাবলের Impedance-গুলো লেখ।**

**উত্তর** Outer conductor এবং Inner conductor-এর মধ্যবর্তী দূরত্ব Inner conductor-এর চারপাশে যে Material insulating থাকে, তাদেরকে একসাথে ক্যাবল প্রপার্টিজ (Cable properties) বা ইম্পিড্যান্স (Impedance) বলে।

Co-axial ক্যাবলের Impedance-গুলো হচ্ছে – 50Ω বা 52Ω. বা 75Ω বা 93 Ω.

১৪। **গঠন অনুসারে Co-axial ক্যাবলকে কয়টি ভাগে ভাগ করা যায় ও কী কী?**

**উত্তর** গঠন অনুসারে Co-axial ক্যাবলকে ২টি ভাগে ভাগ করা যায়—

(ক) Thicknet Co-axial cable

(খ) Thinnet Co-axial cable.

Scanned with CamScanner

১৫। **অপটিক্যাল ফাইবারে কয়টি Converter এবং কী কাজে ব্যবহার করা হয়?**

**উত্তর:** অপটিক্যাল ফাইবারে ২টি Converter ব্যবহৃত হয়– একটি ক্যাবলের শুরুতে এবং অপরটি ক্যাবলের শেষপ্রান্তে।

(ক) ক্যাবলের শুরুতে যে Converter থাকে, তার কাজ হলো Electrical energy-কে Light energy-তে রূপান্তর করা। তাই এ Converter-এর নাম Electrical-to-light energy converter.

(খ) ক্যাবলের শেষপ্রান্তে যে Converterটি ব্যবহৃত হয়, তার কাজ হলো Light energy-কে Electrical energy- তে রূপান্তর করা। তাই তার নাম Light-to-electrical energy converter.

১৬। **কোর কী দিয়ে তৈরি?**

**উত্তর:** কোর সরু কাচের তৈরি।

১৭। **Critical angle বা সংকট কোণ কাকে বলে?**

**উত্তর:** কোনো আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে যাওয়ার ক্ষেত্রে যে আপতন কোণের জন্য প্রতিসরণ কোণ 90° হয়, ঘন মাধ্যমে সে নির্দিষ্ট আপতন কোণকে ঐ দু'মাধ্যমের সংকট কোণ বলে।

১৮। **Core এবং Cladding এর ব্যাসের উপর ভিত্তি করে Fiber-optic ক্যাবলের সাইজ উল্লেখপূর্বক ছক দাও।**

**উত্তর:** Core এবং Cladding এর ব্যাসের উপর ভিত্তি করে Fiber-optic ক্যাবলের সাইজ নিম্নরূপ ঃ

| Type | Core (μm) | Cladding (μm) | mode |
|---|---|---|---|
| 50/125 | 50.0 | 12.5 | Multimode graded indk |
| 62.5/125 | 62.0 | 125 | Multimode graded indk |
| 100/125 | 100.0 | 125 | Multimode graded indk |
| 7/125 | 7.0 | 125 | Single mode |

১৯। **Guided transmission মিডিয়ার বৈশিষ্ট্যসমূহ ছকের মাধ্যমে সংক্ষেপে উল্লেখ কর।**

**উত্তর:** Guided transmission মিডিয়ার বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ ঃ

| | Frequency Range | Typical Attenuation | Delay | Repeater spacing |
|---|---|---|---|---|
| Twisted pair (with loading) | 0 to 3.5 kHz | 0.2 dB/km @ 1kHz | 50μs/km | 2 km |
| Twisted pairs (multipair cables) | 0 to 1 MHz | 0.7 dB/km @ 1 kHz | 5μs/km | 2 km |
| Co-axial cable | 0 to 500 MHz | 7dB/km @ 10MHz | 5μs/km | 1 to 9 km |
| Optical fiber | 186 to 370 THz | 0.2 to 0.5 dB/km | 5μs/km | 40 km |

২০। **1 THz = কত Hz?** [বাকাশিবো-২০১৬]

**উত্তর:** 1 THz = 1024 GHz = 1024 × 1024 MHz = 1024 × 1024 × 1024 kHz = 1024 × 1024 × 1024 × 1024 Hz $= 10^{12}$ Hz

২১। **STP ক্যাবলের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৪]

**উত্তর:** STP ক্যাবলের বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ ঃ

(ক) Co-axial কিংবা UTP ক্যাবলের চেয়ে দাম বেশি।

(খ) এক ক্যাবল পুরু ও শক্ত হওয়ায় নাড়াচাড়া করা যায়।

(গ) এতে Attenuation বিদ্যমান।

(ঘ) EMI সমস্যা পুরোপুরি দূর হয় না।

(ঙ) Instruction process সহজ।

(চ) এর ডাটা Transmission speed প্রায় 0 থেকে 100 MBS.

২২। **UTP ক্যাবলের বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৪, ২০]

**অথবা, UTP Cable-এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৯]

**উত্তর:** UTP ক্যাবলের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ ঃ

(ক) এ ধরনের Cabling cost সবচেয়ে কম।

(খ) Installation process বেশ সহজ।

(গ) এটি কয়েকশত মিটার পর্যন্ত Transmit করতে পারে।

(ঘ) UTP ক্যাবলের Data transmission speed প্রায় 100 Mbps.

(ঙ) UTP ক্যাবলের টিপিক্যাল ডিলে হলো 5μs/km.

Scanned with CamScanner

২৩। **RJ-45 Connector কোন Cable-এ ব্যবহার করা হয়?** [বাকাশিবো-২০১৬]

**উত্তর** UTP Cable-ব্যবহৃত হয়।

২৪। **গঠনগত Co-axial ক্যাবল কত প্রকার ও কী কী? তাদের গঠন উল্লেখ কর।**

**উত্তর** গঠনগত দিক থেকে Co-axial ক্যাবলকে ২টি ভাগে ভাগ করা যায়– (ক) Thicknet, (খ) Thinnet.

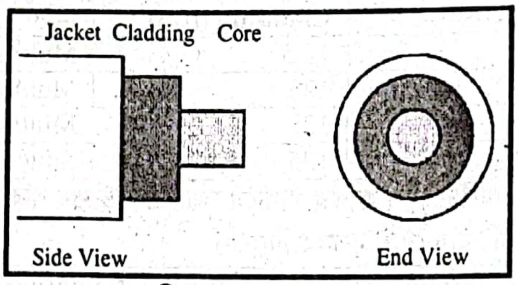
- Thicknet হলো Co-axial ক্যাবলের Larger সাইজ, যার ব্যাস 0.4 ইঞ্চি এবং ইম্পিড্যান্স হলো 50Ω.
- Thinnet হলো Co-axial ক্যাবলের Smaller সাইজ, যার ব্যাস হলো 0.2 ইঞ্চি এবং ইম্পিড্যান্স হলো 350Ω.

২৫। **Optical Fiber কয় ধরনের ও কী কী? তাদের গঠন লেখ।**

**অথবা, Fiber Optic Cable-এর প্রস্থচ্ছেদ অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

**উত্তর** Optical fiber সাধারণত দুই ধরনের– (i) Glass optical fiber, (ii) Plastic optical fiber.

Glass optical fiber প্রায় সবসময়ই Silica দিয়ে তৈরি, কিন্তু Longer wavelength infrared-এর জন্য আরও কিছু উপাদান দিয়ে থাকে। যেমন– Fluorogirconate, fluoroaluminate এবং Cladding-এর মধ্যবর্তী উপাদানগুলোর মধ্যে এ সমস্ত উপাদানের পরিমাণ প্রায় এক Percent-এর মতো।




চিত্র ঃ Optical fiber

Plastic optical fiber (POF) হলো Step-index multimode ফাইবার, যার কোর ব্যাস হলো 0.5 mm বা তার চেয়ে সামান্য বেশি। Glass fiber-এর তুলনায় POF-এর Attenuation জনিত সমস্যা বেশি, যার পরিমাণ 1dB/m.

২৬। **Optical channel-এর মধ্য দিয়ে কয়টি Mode-এ আলো সঞ্চালিত হয় ও কী কী?**

**উত্তর** Optical channel-এর মধ্য দিয়ে আলো সঞ্চালনের পদ্ধতি ২টি– (ক) Multimode, (খ) Single mode/mono mode.

Multimode-কে আবার ২ ভাগে ভাগ করা যায়– (ক) Step index, (খ) Graded index.

২৭। **কয়টি কারণে Optical channel-এর মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত আলোর উপর বাধা সৃষ্টি হয় ও কী কী?**

**উত্তর** ৩টি কারণে Optical channel-এর মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত আলোর উপর বাধা সৃষ্টি হয়–

(ক) Scattering, (খ) Absorption, (গ) Dispersion.

২৮। **UTP ক্যাবলের অসুবিধা কী?** [বাকাশিবো-২০১১, ১২]

**উত্তর** UTP ক্যাবলের অসুবিধাগুলো হলো–

(ক) অ্যাটেনুয়েশন সমস্যা বিদ্যমান।

(খ) এই ক্যাবলে টিপিক্যাল ডিলে বিদ্যমান।

(গ) Cross-talk সমস্যা বিদ্যমান।

২৯। **অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহারের সুবিধা কী?** [বাকাশিবো-২০১০]

**উত্তর** অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহারের সুবিধাগুলো হলো–

(ক) অত্যন্ত দ্রুতগতিসম্পন্ন।

(খ) অ্যানালগ ও ডিজিটাল উভয় কমিউনিকেশনে ব্যবহৃত হয়।

(গ) ট্রান্সমিশন স্পিড অনেক বেশি।

৩০। **অপটিক্যাল ফাইবার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৭]

**উত্তর** অপটিক্যাল ফাইবার তৈরিতে খুব সরু হাজার হাজার কাচের তৈরি তন্তু বা প্লাস্টিক ব্যবহার করা হয়। এ তন্তু দিয়ে আলোর গতিতে প্রবাহিত লেজার রশ্মির সাহায্যে ডাটা স্থানান্তর করা হয়।

Scanned with CamScanner

৩১। **Co-axial ক্যাবলের সুবিধাগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৬]

**উত্তর** Co-axial ক্যাবলের সুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ

(ক) Co-axial ক্যাবল Twisted pair ক্যাবলে বহনকৃত ফ্রিকুয়েন্সির চেয়ে হাই-ফ্রিকুয়েন্সি সিগন্যালে বহন করে।

(খ) Co-axial ক্যাবলকে ক্যাবল TV-তে ব্যবহার করে থাকে।

(গ) এর মাধ্যমে টুইস্টেট পেয়ার ক্যাবলের চেয়ে উচ্চগতিতে ডাটা ট্রান্সমিট করা যায়।

৩২। **Radio এবং Microwave ট্রান্সমিশন-এর মৌলিক পার্থক্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৫, ১১]

**উত্তর** Radio এবং Microwave ট্রান্সমিশন-এর মধ্যে মৌলিক পার্থক্য নিম্নরূপ ঃ

| Radio | Microwave |
|---|---|
| (ক) ইনফ্রারেড ও লেজার কমিউনিকেশন অপেক্ষা খরচ বেশি। | (ক) ট্রান্সমিশন খরচ বেশি। |
| (খ) কয়েকশ কিলোমিটার পর্যন্ত ডাটা ট্রান্সমিশন করতে পারে। | (খ) ২০ থেকে ৩০ মাইল দূরত্বে ডাটা ট্রান্সমিট করতে পারে। |
| (গ) ট্রান্সমিশন লস বিদ্যমান। | (গ) এতে EMI সমস্যা বিদ্যমান। |

৩৩। **মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন সিস্টেম কখন ব্যবহার করা হয়?** [বাকাশিবো-২০১৬]

**অথবা, Microwave Communication System কখন ব্যবহার করা হয়?** [বাকাশিবো-২০১৬(পরি), ১৮]

**উত্তর** একমুখী সিগন্যাল এক স্থান থেকে অন্য স্থানে প্রেরণের ক্ষেত্রে মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন ব্যবহৃত হয়। সাধারণত 1 GHz থেকে 40 GHz ফ্রিকুয়েন্সিতে সিগন্যাল প্রেরণ করতে পারে মাইক্রোওয়েভ। রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি থেকে এটার পারফরমেন্স ও গতি অনেক বেশি হয়ে থাকে।

৩৪। **ওয়্যারলেস নেটওয়ার্ক কী?**

**উত্তর** ওয়্যারলেস নেটওয়ার্ক বলতে রেডিও তরঙ্গের মাধ্যমে কম্পিউটারের মধ্যে ডাটা আদান-প্রদানকে বুঝায়।

৩৫। **ওয়্যারলেস ওয়েভ প্রপাগেশনের ধরনসমূহ লেখ।**

**উত্তর** ওয়্যারলেস ওয়েভ প্রপাগেশনের ধরনসমূহ নিম্নরূপ ঃ

(ক) গ্রাউন্ড ওয়েভ প্রপাগেশন

(খ) স্পেস ওয়েভ প্রপাগেশন

(গ) স্কাই ওয়েভ প্রপাগেশন।

৩৬। **সারফেস ওয়েভ কী?**

**উত্তর** যে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ ভূ-পৃষ্ঠ বরাবর গমন করে, তাকে সারফেস ওয়েভ প্রপাগেশন বলে। সারফেস ওয়েভের মাধ্যমে অনুভূমিকভাবে পোলারাইজড ওয়েভ গমন করতে পারে না।

৩৭। **গ্রাউন্ড ও স্পেস ওয়েভের মধ্যে পার্থক্য কী?**

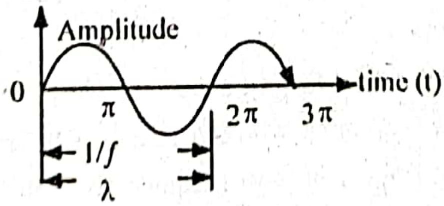
**উত্তর** গ্রাউন্ড ওয়েভ ভূপৃষ্ঠ বরাবর গমন করে কিন্তু স্পেস ওয়েভ কোথাও ভূমি স্পর্শ করে না এবং দুটো অ্যান্টিনার মধ্যে সরাসরি গমন করে থাকে।

৩৮। **স্কাই ওয়েভ কী?**

**উত্তর** যে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ বিকিরিত হয়ে উপরের দিকে গমন করে আয়নেস্ফেয়ারে গমন করে এবং আয়নোস্ফেরিক স্তর হতে প্রতিফলিত হয়, তাকে স্কাই ওয়েভ বলে।

৩৯। **মাইক্রোওয়েভের তরঙ্গ চিত্র অঙ্কন কর।**

**উত্তর** মাইক্রোওয়েভের তরঙ্গ চিত্র নিম্নরূপ ঃ




চিত্র ঃ তরঙ্গ চিত্র

Scanned with CamScanner

**৪০। মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন পদ্ধতির ব্যবহারিক ক্ষেত্র লেখ।**

**উত্তর:** মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন পদ্ধতির ব্যবহারিক ক্ষেত্রসমূহ হলো :

(ক) ট্রপোস্ফেরিক কমিউনিকেশন

(খ) পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট কমিউনিকেশন

(গ) স্পেস-টু-স্পেস কমিউনিকেশন।

**৪১। মাইক্রোওয়েভের বিশেষ কিছু সুবিধা লেখ।**

**উত্তর:** মাইক্রোওয়েভের বিশেষ কিছু সুবিধাসমূহ নিম্নরূপ :

(ক) অধিক গভীরে তাপ প্রেরণ

(খ) দ্রুত ও তাৎক্ষণিক শক্তি নিয়ন্ত্রণ

(গ) শক্তি প্রেরণের দক্ষতা।

**৪২। সামরিক ক্ষেত্রে মাইক্রোওয়েভের ব্যান্ডসমূহ লেখ।**

**উত্তর:** সামরিক ক্ষেত্রে ব্যবহৃত মাইক্রোওয়েভের ব্যান্ড :

| ব্যান্ড | ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ (গিগাহার্টজ) |
|---|---|
| A | 0.1 – 0.25 |
| B | 0.25 – 0.5 |
| C | 0.5 – 1.0 |
| D | 1.0 – 2.0 |
| E | 2.0 – 3.0 |

**৪৩। ইনফ্রারেড কমিউনিকেশনের তরঙ্গদৈর্ঘ্যসমূহ লেখ।**

**উত্তর:** ইনফ্রারেড কমিউনিকেশন এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য (মাইক্রোমিটারে)

| | |
|---|---|
| নিকটবর্তী ইনফ্রারেড | 0.75 μm থেকে 1.4 μm |
| ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ইনফ্রারেড | 1.4 μm থেকে 3 μm |
| মধ্যবর্তী তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ইনফ্রারেড | 3 μm থেকে 8 μm |
| অধিক দূরত্বের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ইনফ্রারেড | 15 μm থেকে 1000 μm |

**৪৪। স্যাটেলাইট কী?**

**উত্তর:** স্যাটেলাইট এক প্রকার রিপিটার, যা আপ লিংক ফ্রিকুয়েন্সির মাধ্যমে মডুলেটেড আরএফ সিগন্যালকে গ্রহণ করে এবং তা পুনরায় ডাউন লিংক ফ্রিকুয়েন্সির মাধ্যমে পৃথিবীর আর্থ স্টেশনে পাঠিয়ে দেয়।

**৪৫। স্যাটেলাইটের ব্যান্ডউইডথ কত?**

**উত্তর:** স্যাটেলাইটের ব্যান্ডউইডথ 500 MHz।

**৪৬। RJ-45 Connector কী কাজে ব্যবহৃত হয়?** [বাকাশিবো-২০১৭]

**উত্তর:** এটি সাধারণত কম্পিউটারকে ইথারনেট বেজ লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্ক (LAN) এর সাথে সংযোগ দেওয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়।

**৪৭। Thicknet Co-axial Cable-এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০২০]

**উত্তর:** Thicknet co-axial cable-এর বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ—

Thicknet co-axial ক্যাবলের Larger সাইজ-এর ব্যাস 0.4 ইঞ্চি এবং ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইম্পিড্যান্স 50Ω। Thicknet ক্যাবল লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্কে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। Backbone wiring-এর ক্ষেত্রেও Thicknet ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।

## HP সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

**১। Transmission media বলতে কী বুঝায়?**

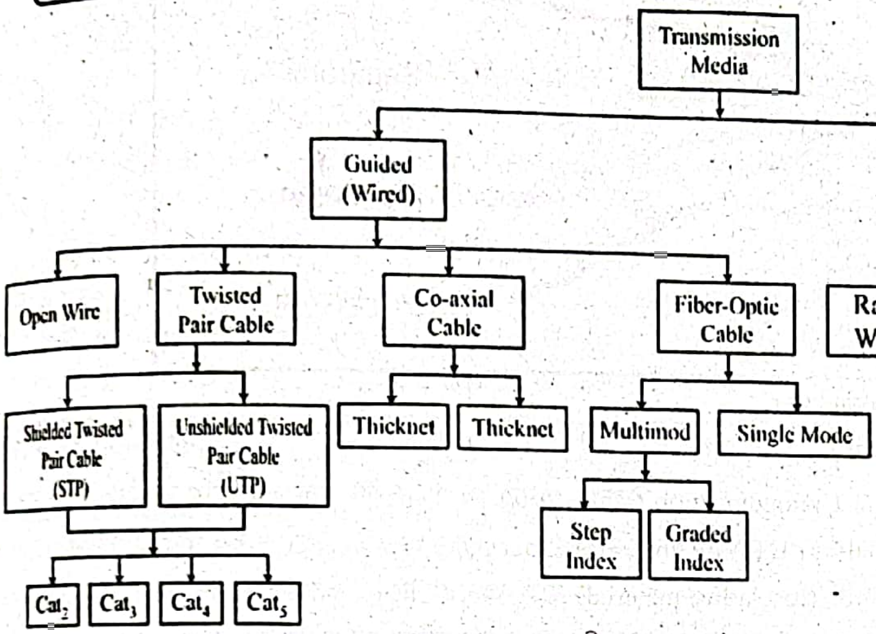
**উত্তর:** Transmission medium হলো একটি Material substance (যা Solid, Liquid কিংবা Gas হতে পারে), যা দ্বারা Energy wave উৎপন্ন করা যায়। যেমন– সাধারণত কান দ্বারা Receive বা Transmission medium হলো বাতাস (Air)। বাতাস ছাড়াও শব্দ গ্রহণের ক্ষেত্রে কঠিন (Solid) বা তরল (Liquid) পদার্থ ব্যবহার হতে পারে। Transmission medium-এর বহুবচন (Plural) হলো–Transmission media.

Scanned with CamScanner

বায়ুশূন্য স্থানে (মহাকাশ) Material medium-এর অবর্তমানে Electromagnetic wave-এর জন্য Transmission medium হলো Light এবং Radio wave. সুতরাং আমরা বলতে পারি, Transmission medium হলো একটি Technical device, যা Wave কে Transmit করতে Material substance কে নিয়োজিত করে। তাই অপটিক্যাল ফাইবার (Optical fiber) অথবা কপার ক্যাবল (Copper cable)-কেও Transmission medium বলা যায়।

২। **টেলিকমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে Transmission media-এর প্রকারভেদ দেখাও।**
**অথবা, ট্রান্সমিশন মিডিয়ার শ্রেণিবিভাগ লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৪]
**অথবা, ট্রান্সমিশন মিডিয়ার প্রকারভেদ লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৮(পরি), ১৯]

**উত্তর:** ট্রান্সমিশন মিডিয়ার প্রকারভেদ নিম্নরূপ ঃ




৩। **Twisted pair ক্যাবলের প্রকারভেদ আলোচনা কর (চিত্রসহ)।**

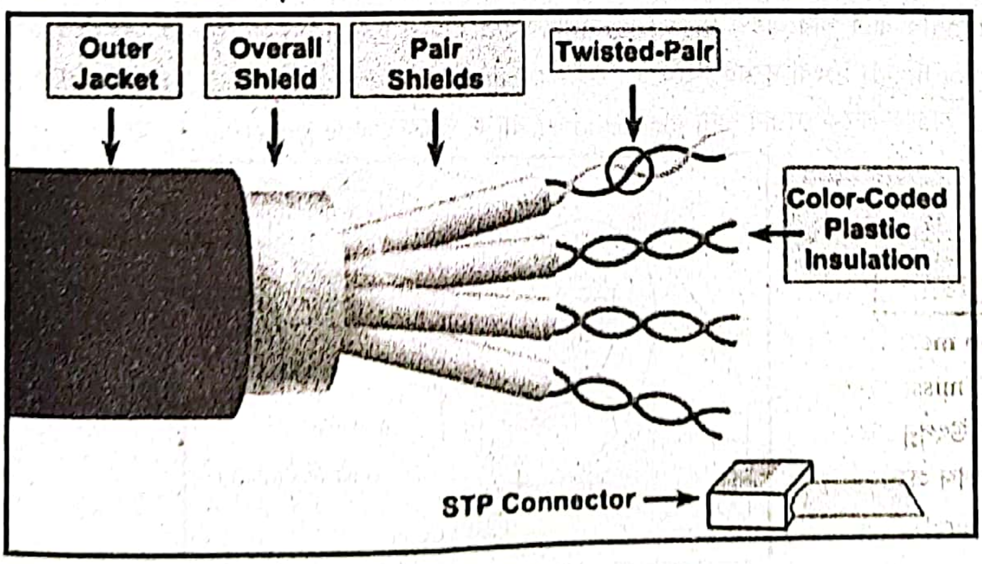
**উত্তর:** সাধারণত Twisted pair cable-কে ২ ভাগে ভাগ করা হয়েছে–

(ক) Shielded twisted pair cable, (খ) Unshielded twisted pair cable.

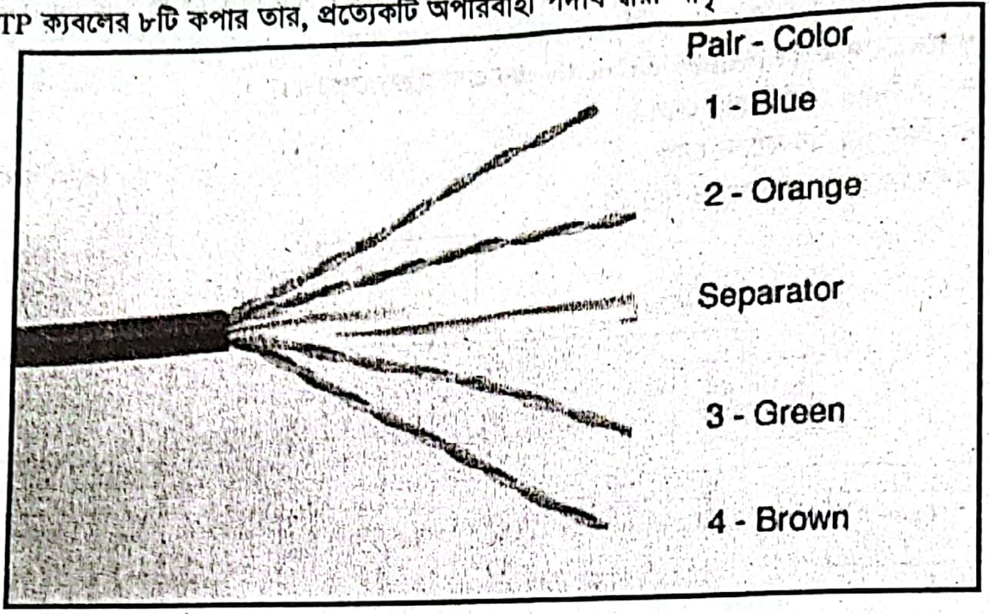
**(ক) Shielded twisted pair cable (STP) ঃ** Shielded twisted pair-এর সংক্ষিপ্ত রূপ হলো STP। অনাকাঙ্ক্ষিত Noise প্রতিহত করার প্রযুক্তি (Techniques), ঢাল/আবরণ (Shielding) এবং জোড়া তারের (Twisted pair) সমন্বয়ে গঠিত STP ক্যাবল। তারের প্রত্যেক জোড়াই ধাতবপাত দ্বারা মোড়ানো থাকে। STP cable-এর ২টি অংশ থাকে–

→ জোড়া তারের প্রত্যেকটি ধাতব সুতা দ্বারা বুনন করা থাকে।

→ তারের উপর ধাতবপাত দ্বারা মোড়ানো থাকে।



**(খ) Unshielded twisted pair cable ঃ** Twisted pair cable দিয়ে Communication তৈরির ক্ষেত্রে যে টাইপটি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়, তা হলো Unshielded twisted pair (UTP) ক্যাবল। UTP-কে চার জোড়া (Four pair) Wire media-ও বলা হয়। UTP ক্যবলের ৮টি কপার তার, প্রত্যেকটি অপরিবাহী পদার্থ দ্বারা আবৃত থাকে।

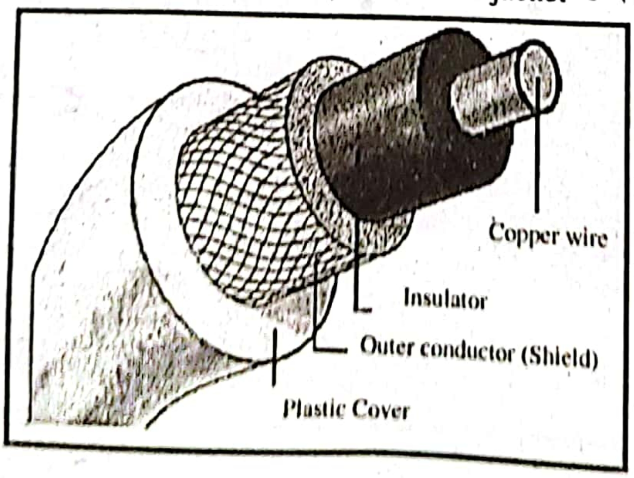



৪। **UTP ক্যাবলের গঠন সম্পর্কে আলোচনা কর।**
**অথবা, UTP ক্যাবলের গঠন বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১৮(পরি)]

**উত্তর:** Twisted pair ক্যাবল দিয়ে Communication তৈরির ক্ষেত্রে যে Type-টি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়, তা হলো Unshielded twisted pair (UTP) ক্যাবল। UTP-কে চার জোড়া (Four pair) Wire media-ও বলা হয়। UTP ক্যবলের ৮টি কপার তার প্রত্যেকটি অপরিবাহী পদার্থ (Insulating material) দ্বারা আবৃত থাকে। আবার তারের প্রত্যেকটি জোড়া একে অপরের চেয়ে Colour code-এর মাধ্যমে পৃথক থাকে। EMI এবং RFI-জনিত অনাকাঙ্ক্ষিত Signal (Degradation) কে সীমিত রাখতে এবং Twisted wire pair-জনিত Cross-talk-এর কারণে যে ধরনের Unexpected সিগন্যাল উৎপন্ন হয়, তা বাতিলকরণে এ ধরনের ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।

৫। **চিত্র এঁকে Co-axial ক্যাবলের গঠন বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১০, ২০]

**উত্তর:** Co-axial ক্যাবল টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবলে বহনকৃত Frequency-এর চেয়ে হাই-ফ্রিকুয়েন্সি Signal বহন করে। কো-অ্যাক্সিয়াল Cable হলো এমন এক ধরনের Cable, যাতে গোলাকার আকৃতির দুটি Conductor, ১টি Insulator এবং একটি Jacket থাকে। ২টি Conductor (পরিবাহী) এর মধ্যে একটিকে বলা হয় Inner conductor, অপরটি Outer conductor। Inner conductor সাধারণত Copper দিয়ে তৈরি (কপার সুপরিবাহী)। Inner conductor-এর বাইরের চারপাশে নমনীয় অপরিবাহীর পদার্থ দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে। এ অপরিবাহীর বাইরে Outer conductor থাকে, যা ধাতব পাত বা ধাতব সুতা (Metal foil or braid) কিংবা দুয়ের সংমিশ্রণে তৈরি। Outer conductor সিলিন্ডারের আকৃতিবিশিষ্ট। Outer conductor-এর বাহিরে পুরো তারকে ঢেকে দেয়ার জন্য Plastic cover থাকে, যাকে Cable jacket-ও বলা হয়।




Scanned with CamScanner

৬। গঠন অনুসারে Co-axial ক্যাবলের প্রকারভেদ আলোচনা কর।

**উত্তর** গঠন অনুসারে Co-axial ক্যাবলকে ২ টি ভাগে ভাগ করা হয়েছে—
(ক) Thicknet Co-axial cable, (খ) Thinnet Co-axial cable.

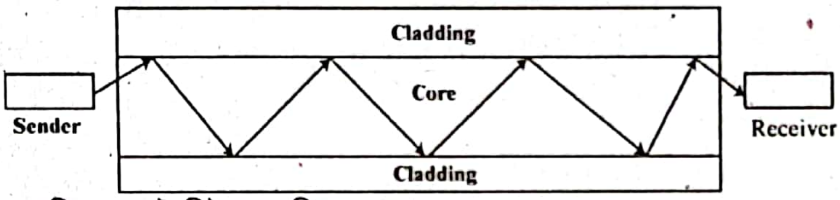
**(ক) Thicknet Co-axial cable :** Thicknet কে Thicknet wire-ও বলা হয়। Thicknet ক্যাবলের Larger সাইজ এর ব্যাস 0.4 ইঞ্চি এবং ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইম্পিড্যান্স (Electromagnetic impedance) 50Ω। Thicknet ক্যাবল লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্কে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। Backbone wiring-এও Thicknet cable ব্যবহৃত হয়।

**(খ) Thinnet Co-axial cable :** Thinnet cable হলো Co-axial cable-এর Smaller সাইজ। এর ব্যাস হলো 0.2 ইঞ্চি এবং ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইম্পিড্যান্স (Electromagnetic impedance) হলো 50Ω. Thicknet cable-কে সংক্ষেপে Thin wire-ও বলা হয়। কিন্তু Thinnet-এর পরিবর্তে Twisted pair দ্বারা LAN করা হয়।

৭। Core এবং Cladding কাকে বলে? এদের গঠন সম্পর্কে লেখ (চিত্রসহ)।

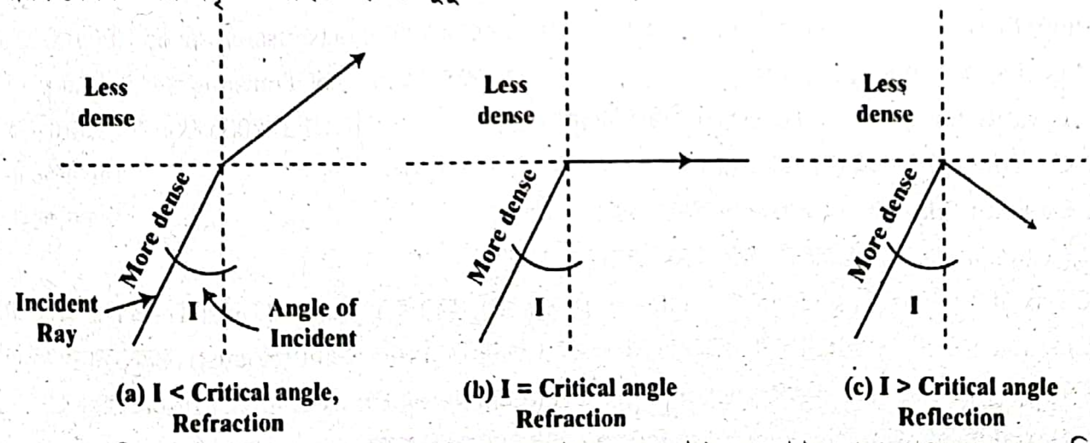
**উত্তর** অপটিক্যাল ফাইবারের মধ্যে যে সরু কাচ (Glass) থাকে, তাকে কোর (Core) বলা হয়। কোরের বাইরের চারপাশে যে ধাতব Concentric Layer থাকে, তাকে ক্ল্যাডিং (Cladding) বলা হয়। সাধারণত কোরের ব্যাস (Diameter) 62.5 Microns (1 micron মিটার) অর্থাৎ, 1 মাইক্রোন = 1 মিটারের দশ লক্ষ ভাগের এক ভাগ এবং ক্ল্যাডিং (Cladding)-এর ব্যাস হলো 125 মাইক্রোন (Microns)। ক্ল্যাডিং এর উপর যে পাতলা আবরণ (Coating), যা Plastic দিয়ে তৈরি, তাকে Jacket বলা হয়।

অপটিক্যাল ফাইবারের একটি Channel-এর মধ্য দিয়ে আলো প্রতিসরণ ও প্রতিফলনের নিয়মানুযায়ী চলাচল করে। Glass বা Plastic-এর তৈরি কোর (Core)-এর চারপাশে যে ক্ল্যাডিং থাকে, তা Glass বা Plastic-এর হালকা মাধ্যম। Core আলোকরশ্মিকে প্রতিসরিত করে; আর Cladding আলোকরশ্মিকে প্রতিফলিত করায়। Core আলোকে প্রতিসরিত করে আলো চলাচলের পথে পথপ্রদর্শক হিসেবে কাজ করে। আর Cladding আলোকে প্রতিফলিত করে পুনরায় কোরের মধ্যে ফিরিয়ে নিয়ে আসে এবং আলোকে কোর-ক্ল্যাডিং (মিডিয়া) এর বাইরে যেতে বাধা প্রদান করে মিডিয়ার মধ্যে সীমাবদ্ধ রাখে।




৮। আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণের বৈশিষ্ট্যসমূহ চিত্রসহ লেখ।

**উত্তর** আলোর প্রতিসরণের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য হলো— আলোকরশ্মি যখন এক মাধ্যম থেকে অন্য মাধ্যমে প্রবেশ করে, তখন হয় মিডিয়া অতিক্রম করবে, না হয় প্রতিফলিত হবে। যখন আলোকরশ্মি এক মিডিয়া থেকে অন্য মিডিয়ায় যায়, তখন তা বেঁকে যায়। যেমন— এর প্রকৃত উদাহরণ হলো—পুকুরের পানিতে মাছ শিকার করা।



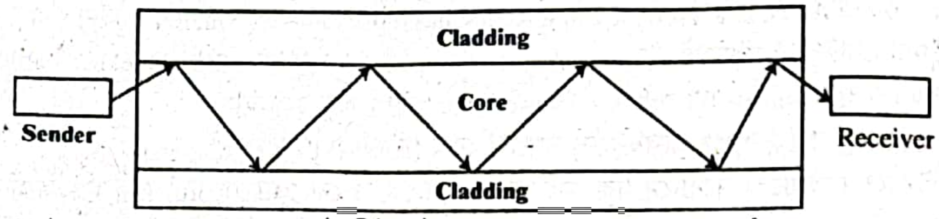

(a) I < Critical angle, Refraction (b) I = Critical angle Refraction (c) I > Critical angle Reflection

কোনো আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে যাওয়ার ক্ষেত্রে আপতন কোণ (Angle of incident) যদি সংকট কোণ (Critical angle) অপেক্ষা ছোট হয় তখন প্রতিসরণ এর নিয়ম অনুযায়ী আলোকরশ্মিটি প্রতিসরিত হবে এবং হালকা মাধ্যমের মধ্যে প্রকাশ করবে। আপতন কোণ যদি সংকট কোণ এর সমান হয়, তবে প্রতিসরিত রশ্মিটি বিভেদ তল (দুটি মাধ্যম) ঘেঁষে যাবে, অর্থাৎ আলোকরশ্মিটি প্রতিসরিত হবে। আবার আপতন কোণ যদি সংকট কোণ অপেক্ষা বড় হয়, তখন আলোকরশ্মিটি প্রতিসরিত হবে না এবং প্রতিফলিত হয়ে আবার একই মাধ্যমে ফিরে আসে।

Scanned with CamScanner

৯। **কোর এবং ক্ল্যাডিং-এর কাজ চিত্রসহ লেখ।**

**উত্তর** অপটিক্যাল ফাইবারের একটি Channel-এর মধ্য দিয়ে আলো প্রতিসরণ ও প্রতিফলনের নিয়মানুযায়ী চলাচল করে। Glass বা Plastic-এর তৈরি কোর এর চারপাশে যে ক্ল্যাডিং থাকে, তা Glass-এর হালকা মাধ্যমে Core আলোকরশ্মিকে প্রতিসরিত করে, আর ক্ল্যাডিং আলোকরশ্মিকে প্রতিফলিত করায়। Core আলোকে প্রতিসরিত করে আলো চলাচলের পথ প্রদর্শক হিসেবে কাজ করে। আর Cladding আলোকে প্রতিফলিত করে পুনরায় কোরের মধ্যে ফিরিয়ে নিয়ে আসে এবং আলোকে কোর Cladding (মিডিয়া) এর বাহিরে যেতে বাধা প্রদান করে মিডিয়ার মধ্যে সীমাবদ্ধ রাখে।




১০। **Twisted pair ক্যাবলের Characteristics (বৈশিষ্ট্য) উল্লেখ কর।** [DUET-2005-06; বাকাশিবো-২০১৪]

**অথবা, UTP ও STP ক্যাবলের বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৪]

**অথবা, Twist pair cable-এর বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৫]

**অথবা, Twisted pair cable-এর বৈশিষ্ট্যগুলো বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

**উত্তর** Twisted pair cable ২ প্রকার–

(ক) Shielded twisted pair (STP) cable

(খ) Unshielded twisted pair (UTP)।

❑ **Shielded twisted pair cable :**

(ক) Co-axial কিংবা UTP ক্যাবলের চেয়ে দাম বেশি।

(খ) এ ক্যাবল পুরু ও শক্ত হওয়ায় নাড়াচাড়া করা যায়।

(গ) EMI সমস্যা পুরোপুরি দূর হয় না।

(ঘ) Installation process সহজ।

(ঙ) এর ডাটা Transmission speed প্রায় 0 থেকে 100 MBS.

(চ) 100 মিটার দূরত্ব পর্যন্ত ডাটা Transmit করতে পারে।

(ছ) মিডিয়া এবং কানেক্টর সাইজ সাধারণত মাঝারি থেকে বড় পর্যন্ত।

❑ **Unshielded twisted pair cable :**

(ক) তাপমাত্রার রেঞ্জ 20° থেকে 60°C

(খ) সর্বনিম্ন Conductor OD : 0.515 mm

(গ) স্বাভাবিক ওজন 9.5 kgs

(ঘ) স্বাভাবিক ব্যাস 5.1 mm.

(ঙ) UTP ক্যাবলের ডাটা Transmission speed প্রায় 100 Mbps

(চ) এটি কয়েকশত মিটার পর্যন্ত Transmit করতে পারে।

১১। **Co-axial cable-এর Characteristics (বৈশিষ্ট্য) উল্লেখ কর।** [DUET-2005-06; বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১৪]

**অথবা, Co-axial cable-এর বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

**অথবা, Co-axial cable-এর বৈশিষ্ট্যগুলো বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

**উত্তর** Co-axial ক্যাবলের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নে দেয়া হলো ঃ

⇒ Co-axial ক্যাবলের Cost প্যারালাল ওয়্যার-এর চেয়ে বেশি, আবার Thinnet-এর দাম Thicknet-এর চেয়ে কম।

⇒ Co-axial ক্যাবলকে Install করা অপেক্ষাকৃত সহজ। কারণ ক্যাবলটি মোটা (Robust) আকৃতির এবং এটি সহজে নষ্ট হয় না। মূলত Ethernet ও ARC net– এই দুটি Configuration-এ Co-axial ক্যাবল Install করা হয়।

⇒ Co-axial ক্যাবল-এর Data transmission speed প্রায় 200 bps পর্যন্ত।

⇒ Long-distance-এ অ্যানালগ সিগন্যাল ট্রান্সমিশনের ক্ষেত্রে কয়েক কিলোমিটার পর পর সিগন্যালকে Amplifiy করার প্রয়োজন হয়।

⇒ Fiber-optic ক্যাবল অপেক্ষা Co-axial ক্যাবল কম দামি এবং এর প্রযুক্তি হলো Well known.

⇒ Cable Television-এর বিভিন্ন ধরনের Data communication-এ এটা অনেক বছর ধরে ব্যবহার হয়ে আসছে।

Scanned with CamScanner

১২। **Impedance-এর উপর ভিত্তি করে Co-axial cable-এর বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ।**

**উত্তর:** অধিকাংশ Co-axial ক্যাবলের Impedance হলো–

50 Ohms, 60 Ohms, 75 Ohms এবং 93 Ohms.

**50 Ohms :** Radio transmitter-এর ক্ষেত্রে 50Ω Co-axial ক্যাবল ব্যাপকমাত্রায় ব্যবহৃত হয়। কারণ অধিকাংশ Transmitter antenna-এর সাথে সুন্দরভাবে Match হয় এবং উচ্চশক্তিতে Transmitter-ও সহজে Handle করা যায়।

**60 Ohms :** 1950 সালে ইউরোপে Radio-এর ক্ষেত্রে 60Ω Co-axial cable পছন্দ করত, কারণ এটা একসাথে Transmitting-এর কাজ করত এবং Antenna network-এরও কাজ করত।

**75 Ohms :** কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবলের 75Ω Impedance বৈশিষ্ট্যটি হলো আন্তর্জাতিক মানের উপর নির্ভর করে। Long distance-এর জন্য Co-axial cable ডিজাইন করা হয়। 75Ω ভিডিও কো-অ্যাক্সিয়াল ক্যাবলটি ভিডিও এবং টেলিকমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে ব্যাপকমাত্রায় ব্যবহৃত হয়।

**93 Ohms :** আজকাল এ বৈশিষ্ট্যের ক্যাবলটি তেমন ব্যবহার হয় না। এক সময় কম্পিউটার এবং মনিটর-এর মধ্যে সংযোগ দেয়ার জন্য এ ধরনের Cable ব্যবহার করা হতো।

১৩। **Co-axial ক্যাবলের Connector-সমূহের নাম লিখে তাদের কাজ উল্লেখ কর।**

**উত্তর:** Co-axial ক্যাবলের Connector-সমূহের নাম নিম্নে দেয়া হলো ঃ

BNC Connector
BNC-T Connector
BNC-T Terminator Connector
VHF Connector
N Connector
TNC Connector
SMA Connector
7 – 16 DIN Connector
F Connector

⇒ Co-axial ক্যাবলের শেষের মাথাটি TV set কিংবা অন্যান্য ডিভাইসে প্রবেশ করবে যে মাথায় Connector থাকবে।

⇒ TV set-এর জন্য কানেক্টর হলো BNC (Bayone-Neill-concelman/British Naval connector) কানেক্টর। এ কানেক্টরের ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ হলো 0–4 GHz.

(ক) Ethernet network-এ BNC-T কানেক্টরটি Use হয়।

(খ) সিগন্যালের প্রতিফলন প্রক্রিয়াকে রক্ষার জন্য ব্যবহার হয় BNC-Terminator কানেক্টর।

(গ) BNC কানেক্টরের নতুন ভার্শন হলো TWC কানেক্টর, যার পাওয়ার Handling-এর ক্ষমতা 100 Watts at 1GHz এবং Frequence range হলো 0–11 GHz.

১৪। **Fiber-optic ক্যাবলের বৈশিষ্ট্যসমূহ (Characteristics) উল্লেখ কর।**
**অথবা, Fiber optic cable-এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৬(পরি)]

**উত্তর:** Fiber-optic ক্যাবলের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নে আলোচনা করা হলো ঃ

(ক) একটি গ্লাস ফাইবারের আকৃতি, যা মানুষের চুলের সমতুল্য।

(খ) অপটিক্যাল ফাইবার Internal reflection-এর মাধ্যমে Light-Beam আকারে সিগন্যাল Encode-কে Transmit করে।

(গ) এ ধরনের ক্যাবলের শুরুতে একটি Electrical to light energy converter এবং শেষপ্রান্তে Light to electrical energy converter ব্যবহার করা হয়।

(ঘ) অপটিক্যাল ফাইবার এর মধ্যে যে সরু কাচ থাকে, তাকে কোর বলা হয়। কোরের বাইরের চারপাশে ধাতব যে Concentric Layer থাকে, তাকে ক্ল্যাডিং বলা হয়। Cladding-এর উপর যে পাতলা আবরণ, যা প্লাস্টিক দিয়ে তৈরি, তাকে Jacket বলা হয়।

(ঙ) Data transmission speed বেশ High, প্রায় 186000 mile/sec এবং 1Gbps data এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তর করা যায়।

(চ) ফাইবার ক্যাবলের ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ হলো 186 থেকে 370 THz.

(ছ) ফাইবার ক্যাবলের প্রায় রিপিটার ছাড়া 50 km পর্যন্ত Data পাঠানো যায়।

(জ) ফাইবার ক্যাবলের ট্রিপিক্যাল ডিলে 5 μ s/km.

(ঝ) ফাইবার ক্যাবলের রিপিটার স্পেসিং 4° km.

Scanned with CamScanner

**১৫। Fiber-optic ক্যাবলের Mode-গুলোর বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।**

**উত্তর:** Optical channel-এর মধ্য দিয়ে আলো দুটি Mode-এ সঞ্চারিত হয়—

(ক) Multimode

(খ) Single mode.

⇒ Multimode আবার ২ প্রকার—

(a) Step-index multimode

(b) Graded-index multimode.

⇒ Step-index মাল্টিমোডে প্রতিফলিত আলোকরশ্মি দ্রুত পরিবর্তিত হয়ে অল্প ঘনত্বের এরিয়াতে প্রবেশ করে Core এবং Cladding-এর সাথে Interface হয়। Step-Index বলতে আকস্মিক আলোর এ ধরনের পরিবর্তন বুঝায়।

⇒ অপটিক্যাল ফাইবারের Graded index multimode-এ Signal-এর আকস্মিক পরিবর্তন ঘটে না। এতে ঘনত্বের উপর ভিত্তি করে আলোর প্রতিসরণ ঘটে। Core-এর কেন্দ্রে Density হয়।

Multimode ফাইবার অপেক্ষা Single mode ফাইবারের ব্যাস তুলনামূলক ছোট। এতে Source থেকে LASER রশ্মি সঞ্চালিত হয়।

**১৬। Fiber-optic ক্যাবলে ব্যবহৃত কানেক্টরসমূহ কী কী? তাদের বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।**

**অথবা, Fiber optic ক্যাবলের কানেক্টরগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৯(পরি)]

**উত্তর:** ফাইবার অপটিক ক্যাবলে পাঁচ ধরনের কানেক্টর ব্যবহৃত হয়—

⇒ **Subscriber channel (SC) connector :** এ ধরনের Connector ক্যাবল TV-তে ব্যবহৃত হয়। এটা Push/Pull লকিং সিস্টেম ব্যবহার করে।

⇒ **Straight-tip (ST) Connector :** Networking ডিভাইসের সাথে ক্যাবলকে সংযোগ দেয়ার জন্য ST কানেক্টর ব্যবহার করা হয়।

⇒ **MTRJ Connector :** MTRJ একটি নতুন কানেক্টর, যার সাইজ হলো RJ-45 কানেক্টরের মতো।

⇒ **LC Connector :** SC-এর ছোট কানেক্টরকে LC connector বলে। Lucent প্রযুক্তি ব্যবহার করে LC কানেক্টর তৈরি করা হয়।

⇒ **FC connector :** High-vibration environment-এ FC কানেক্টর ব্যবহৃত হয়।

**১৭। অপটিক্যাল চ্যানেলের মধ্য দিয়ে আলোর সঞ্চালন প্রণালি বর্ণনা কর।**

**উত্তর:** অপটিক্যাল ফাইবার এর মধ্য দিয়ে আলো সঞ্চালনের পদ্ধতি ২টি—

(ক) Multimode

(খ) Single mode/mono mode.

এ দুটি Mode-এর মধ্যে Physical বৈশিষ্ট্যের পার্থক্য রয়েছে। Multimode-কে আবার দুই ফরমে Implement করা যায়—

(ক) Step-index

(খ) Graded index.

⇒ **Multimode :** Multimode propagation mode-এর Mode-গুলোর মধ্যে বিভিন্ন পথ দিয়ে অতিবাহিত হয়। ক্যাবলের মধ্যে আলোকরশ্মির এ ধরনের সঞ্চালন কোরের Structure-এর উপর নির্ভর করে। আলোকরশ্মি সরল পথে চলে, যতক্ষণ পর্যন্ত কোর-ক্ল্যাডিং-এ এটার Interface না হয়।

⇒ **Single mode/mono mode :** Multimode ফাইবার অপেক্ষা Single mode ফাইবারের ব্যাস তুলনামূলক ছোট, উল্লেখযোগ্যভাবে কম ঘনত্ব এবং এতে Source থেকে আলোকরশ্মিকে উচ্চশক্তিতে Focused করে থাকে, যাতে নির্দিষ্ট Beam আলোকরশ্মি Angles-এর ছোট Range-এর ভিতর দিয়ে যায় এবং তা অনুভূমিক (Horizontal) বরাবর চলে।

**১৮। Twisted pair cable-এর প্রয়োগক্ষেত্র দেখাও।**

**উত্তর:** দুটি প্যাঁচানো Copper cable দিয়ে Twisted pair তৈরি, যার প্রতি ক্যাবলে Insulator Jacket ও Conductor থাকে। দুই তারের মধ্যে একটি Receiver-এর নিকট Signal বহনে ব্যবহৃত হয় এবং অপর তারটি Ground হিসেবে ব্যবহৃত হয়। অর্থাৎ একটি + ve data signal এবং অপরটি – ve data signal বহনে ব্যবহৃত হয়।

গঠন অনুসারে Twisted pair cable-কে দুই ভাগে ভাগ করা যায়—

(ক) Shielded Twisted Pair (STP)

(খ) Unshielded Twisted Pair (UTP).

Scanned with CamScanner

⇒ **STP-এর প্রয়োগক্ষেত্র ঃ** Shielded Twisted Pair-এর সংক্ষিপ্ত রূপ হলো STP। অনাকাঙ্ক্ষিত নয়েজ প্রতিহত করার প্রযুক্তি ঢাল/আবরণ এবং জোড়া তারের সমন্বয়ে STP ক্যাবল/তারের প্রত্যেক জোড়াই ধাতব পাত দ্বারা মোড়ানো থাকে। Analog ও Digital ট্রান্সমিশনে Twisted pair ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।

⇒ **UTP-এর প্রয়োগক্ষেত্র ঃ** Twisted Pair Cable দিয়ে Communication তৈরির ক্ষেত্রে যে Typeটি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়, তা হলো UTP (Unshielded Twisted Pair) ক্যাবল।

UTP-কে চার জোড়া Wire media বলা হয়। অর্থাৎ Cable-এ আটটি কপার তার প্রত্যেকটি অপরিবাহী পদার্থ দ্বারা আবৃত থাকে।

Voice এবং Data channel-কে Provide করার জন্য টেলিফোন লাইনে Twisted pair ক্যাবল ব্যবহৃত হয়। Local loop এতে Subscriber-কে কেন্দ্রিক টেলিফোন অফিসের সাথে সংযোগ স্থাপন করে দেয়, আর এতে Twisted pair-এর যে ক্যাবলটি ব্যবহৃত হয়, তা হলো UTP.

**১৯। Twisted pair ক্যাবলের সুবিধা-অসুবিধা লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৬(পরি)]
**অথবা, UTP cable-এর সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৪]

**উত্তর**

**STP ক্যাবলের সুবিধা ঃ**

(ক) এতে Installation process সহজ।
(খ) এর Data transmission speed প্রায় 100 Mbps.
(গ) এর ধরনের ক্যাবল দিয়ে 100 মিটার দূরত্ব পর্যন্ত Data transmit করা যায়।
(ঘ) Token ring network-এ STP ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।

**STP ক্যাবলের অসুবিধা ঃ**

(ক) Co-axial কিংবা UTP ক্যাবল-এর চেয়ে দাম বেশি।
(খ) EMI সমস্যা পুরোপুরি দূর হয় না।
(গ) এতে Attenuation বিদ্যমান।
(গ) এ Cable দিয়ে Long distance এ ডাটা পাঠানো সম্ভব হয় না।

**UTP-এর সুবিধা ঃ**

(ক) Twisted pair ক্যাবল দিয়ে Communication তৈরির ক্ষেত্রে যে Typeটি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়, তা হলো Unshielded Twisted Pair (UTP) ক্যাবল।
(খ) EMI এবং RFI-জনিত অনাকাঙ্ক্ষিত Signal-কে সীমিত রাখতে এবং Twisted Wire Pair-জনিত Cross-talk-এর কারণে যে ধরনের অনাকাঙ্ক্ষিত সিগন্যাল উৎপন্ন হয়, তা বাতিলকরণে এ ধরনের ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।
(গ) Colour code দেখে এ ক্যাবলের Cabling সহজে করা যায়।
(ঘ) এ ধরনের Cabling cost সবচেয়ে কম।

**UTP ক্যাবলের অসুবিধা ঃ**

(ক) Attenuation সমস্যা বিদ্যমান।
(খ) এটি দ্বারা কয়েকশত মিটার পর্যন্ত Data transmit করা যায় বরং Long distance-এ Data transmit করা যায় না।
(গ) এ ক্যাবল-এর টিপিক্যাল ডিলে বিদ্যমান।
(ঘ) এতে EMI বা Transmission loss এবং Cross-talk সমস্যা বিদ্যমান।

**২০। Co-axial ক্যাবলের সুবিধা-অসুবিধা লেখ।**

**উত্তর** Co-axial ক্যাবল-এর সুবিধা-অসুবিধা নিম্নে আলোচনা করা হলো ঃ

**Co-axial ক্যাবলের সুবিধা ঃ**

(ক) Co-axial ক্যাবল Twisted pair ক্যাবলে বহনকৃত ফ্রিকুয়েন্সির চেয়ে High frequencg signal বহন করে।
(খ) 75 Ohms impedance-বিশিষ্ট Co-axial ক্যাবলকে ক্যাবল TV (CTV) তে ব্যবহার করা হয়ে থাকে।
(গ) এ ক্যাবলের মাধ্যমে Twisted pair ক্যাবলের চেয়ে উচ্চগতিতে ডাটা স্থানান্তর করা যায়।
(ঘ) Fiber optic ক্যাবল অপেক্ষা Co-axial ক্যাবল কম দামি এবং এর প্রযুক্তি হলো Well known.
(ঙ) Long-distance-এর ক্ষেত্রে Telephone network-এ Co-axial cable ব্যবহার করা হয়।

Scanned with CamScanner

**Co-axial ক্যাবলের অসুবিধা ঃ**

(ক) Co-axial ক্যাবলের Cost প্যারালাল ওয়্যার Open wire-এর চেয়ে বেশি।
(খ) Co-axial ক্যাবলে অ্যাটেনুয়েশন বিদ্যমান।
(গ) Co-axial ক্যাবল Electro-magnetic interference (EMI) থেকে পুরোপুরি মুক্ত নয়।
(ঘ) Twisted pair cable-এর চেয়ে Co-axial ক্যাবলের Installation খরচ তুলনামূলক বেশি।
(ঙ) এতে টিপিক্যাল ডিলেও বিদ্যমান।

**২১। Fiber-optic ক্যাবলের সুবিধা-অসুবিধাগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০১০]
**অথবা, Fiber-optic cable-এর সুবিধাগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৮]
**অথবা, ফাইবার অপটিক ক্যাবলের সুবিধাগুলো বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১৭]
**অথবা, Fiber optics-এর সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৫]

**উত্তর**

**Fiber-optic ক্যাবলের সুবিধাসমূহ ঃ**

(ক) ফাইবার অপটিক ক্যাবল তৈরিতে খুব সরু হাজার হাজার কাচের তৈরি তন্তু বা প্লাস্টিক ব্যবহার করা হয়। এ তন্তু দিয়ে আলোর গতিতে প্রবাহিত লেজার রশ্মির সাহায্যে Data স্থানান্তর করা হয়।
(খ) অপটিক্যাল ফাইবারে আলোর প্রতিসরণ ও প্রতিফলনের নিয়মানুযায়ী আলোকরশ্মি চলাচল করে। কোর (Core) আলোকরশ্মিকে প্রতিসরিত করে, আর ক্ল্যাডিং আলোকরশ্মিকে প্রতিফলিত করায়।
(গ) এর Data Transmission speed বেশ High প্রায় 186000 mile/sec এবং 1GPS data এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তর করা যায়।
(ঘ) এর ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ হলো 186 থেকে 370 THz.
(ঙ) অপটিক্যাল ক্যাবলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত আলোকরশ্মির উপর বাহির থেকে কোনো Noise প্রভাব ফেলতে পারে না।
(চ) বর্তমানে Long distance telecommunication-এ ফাইবার অপটিক ক্যাবল বেশি ব্যবহার হচ্ছে। তাই সেনাবাহিনীতে এর ব্যবহার দ্রুত বৃদ্ধি পাচ্ছে। Long distance-এর ক্ষেত্রে এ ক্যাবলের গড় Length 1500 km এবং 2000 থেকে 6000 পর্যন্ত Voice channel একই সাথে একই সময়ে Transmit হতে পারে।
(ছ) Analog এবং Digital উভয় কমিউনিকেশনেই ব্যবহৃত হয়।

**অপটিক্যাল ফাইবার এর অসুবিধাসমূহ ঃ**

(ক) ফাইবার অপটিক ক্যাবল পুরোপুরি অ্যাটেনুয়েশনমুক্ত নয়। এ ক্যাবলে অ্যাটেনুয়েশনের পরিমাণ 0.2 থেকে 0.5dB/km.
(খ) এর টিপিক্যাল ডিলে 5μs/km.
(গ) এ ধরনের ক্যাবলিং Cost ও Requirement cost খুব বেশি। তবে বর্তমানে এর দাম কমে আসছে।
(ঘ) Installation cost ও Requirement cost বেশি এবং Installation process-ও জটিল।
(ঙ) যদি ও Long-distance-এ প্রচুর পরিমাণ Data বহনে Transmission media হিসেবে ফাইবার অপটিক ক্যাবল সবচেয়ে ভালো; তারপরও Problem ছাড়া কোনো ফাইবার হয় না। যখন ফাইবার এর মধ্য দিয়ে Long distance-এ আলোচনা করে, তখন সিগন্যাল তার Strength (তেজ/শক্তিমাত্রা) হারিয়ে ফেলে।
(চ) এ ক্যাবলের এত উপকারিতা থাকা সত্ত্বেও শুধুমাত্র Backbone নেটওয়ার্কে Fiber optic ক্যাবলের ব্যবহার দেখা যায়, কারণ এর বিস্তৃত Bandwidth cost effective.
(ছ) দুটি কনভার্টার ব্যবহার করার প্রয়োজন পড়ে।

**২২। ওয়্যারলেস কমিউনিকেশনের বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ১৯(পরি)]
**অথবা, Wireless communication-এর বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০২০(পরি)]

**উত্তর** ওয়্যারলেস কমিউনিকেশনের বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ ঃ

(ক) দ্রুতগতিসম্পন্ন ট্রান্সমিশন;
(খ) ইনস্টলেশন প্রক্রিয়ায় Trained technician-এর প্রয়োজন হয়;
(গ) ট্রান্সমিশন পদ্ধতি সহজ;
(ঘ) ঝড়, বৃষ্টির কারণে Data ইন্টারফেয়ারেন্স-জনিত সমস্যা দেখা দিতে পারে।

Scanned with CamScanner

২৩। **মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]

**উত্তর** মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ ঃ

(ক) খরচ বেশি।

(খ) এতে ইনস্টলেশন প্রক্রিয়ায় Trained technician প্রয়োজন।

(গ) 25–30 মাইল দূরত্বে ডাটা ট্রান্সমিট করা যায়।

(ঘ) এতে EMI সমস্যা বিদ্যমান।

(ঙ) এর ট্রান্সমিশন স্পিড প্রায় 10 Mbps.

২৪। **Acronym-গুলোর Elaboration লেখ ঃ FTP, UTP, CSMA/CD.** [বাকাশিবো-২০০৭]

**উত্তর** FTP = File Transfer Protocol.

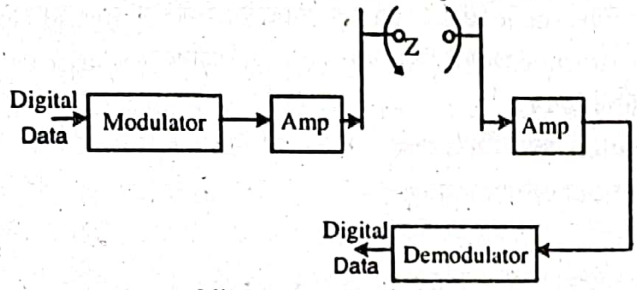
UTP = Unoshielded Twisted Pair.

CSMA/CD = Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection.

২৫। **মাইক্রোওয়েভ ট্রান্সমিশন পদ্ধতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৭, ০৮, ০৯]

অথবা, **মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশনের অপারেশন পদ্ধতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৭, ১০]

**উত্তর** যখন Computer থেকে Computer এর দূরত্ব এত বেশি হয়, যেখানে Co-axial cable দ্বারা Data transmission সম্ভব হয় না তখন সেখানে Microwave transmission পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এ পদ্ধতিতে Computer data-কে Microwave transmitter দ্বারা বাতাসের মাধ্যমে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে নিয়ে যাওয়া হয়। এ পদ্ধতিতে একটি transmitter দ্বারা 25 – 30 mile দূরত্ব পর্যন্ত signal পাঠানো সম্ভব। দূরত্ব বেশি হলে একাধিক Trans-receiver station ব্যবহার করা হয়। সাধারণত কোনো Metropolitan area networking বা একটি দেশের বিভিন্ন স্থানে অবস্থিত Computer-এর মধ্যে Data communication-এ এই Microwave transmission system এর আশ্রয় নেওয়া হয়।



Microwave transmission

২৬। **অপটিক্যাল ফাইবার কী? এটি ব্যবহারের সুবিধা লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১১]

**উত্তর** হাজার হাজার কাচের তৈরি তন্তু বা প্লাস্টিক ব্যবহার করে যে ক্যাবল তৈরি করা হয়, তাই হচ্ছে অপটিক্যাল ফাইবার। অপটিক্যাল ফাইবার ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালকে লাইট সিগন্যালে কনভার্ট করে ট্রান্সমিট করে।

**অপটিক্যাল ফাইবারের সুবিধা ঃ**

(ক) অত্যন্ত দ্রুতগতিতে ডাটা ট্রান্সফার করে।

(খ) অ্যানালগ ও ডিজিটাল উভয় কমিউনিকেশনেই ব্যবহৃত হয়।

(গ) এর ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ 186 থেকে 370 THz.

(ঘ) দীর্ঘ দূরত্বের কমিউনিকেশনে ফাইবার অপটিক ক্যাবল বেশি পরিমাণে ব্যবহৃত হচ্ছে।

২৭। **স্যাটেলাইট কমিউনিকেশনের সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৯]

**উত্তর** **সুবিধাসমূহ ঃ**

(ক) সহজ ও নিপুণ মাল্টিপ্লেক্সিং পদ্ধতির প্রয়োগ।

(খ) নগণ্য ভুলত্রুটি ও উচ্চ বিশ্বস্ততা।

(গ) যোগাযোগে গোপনীয়তা।

(ঘ) সিগন্যালকে সহজে পুনঃউৎপাদন করা যায়।

(ঙ) ডিজিটাল হার্ডওয়্যারের নমনীয়তার কার্যকারিতা।

**অসুবিধা ঃ**

স্যাটেলাইট কমিউনিকেশন ব্যবস্থার কিছু অসুবিধা রয়েছে। স্যাটেলাইট হতে ট্রান্সমিটার ও রিসিভারের দূরত্ব 75000 km দীর্ঘ। যেহেতু ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের বেগ $3 \times 10^5$ km/sec, ফলে সিগন্যাল সম্প্রচার এবং গ্রহণে $\frac{1}{4}$ সেকেন্ড দেরি হয়। ফলে কথা বলতে $\frac{1}{2}$ সেকেন্ড বিরতি দিতে হয় এবং গ্রাহক তার প্রতিধ্বনি শুনতে পায়।

Scanned with CamScanner

**২৮। স্যাটেলাইট কমিউনিকেশন সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৯]

**উত্তর:** স্যাটেলাইট ভূপৃষ্ঠের 36000 কিলোমিটার উপরে কক্ষপথে পৃথিবীর চতুর্দিকে ঘূর্ণায়মান অবস্থায় আছে। প্রয়োগ ক্ষেত্রের ভিত্তিতে কক্ষপথ বৃত্তাকার কিংবা উপবৃত্তাকার হয়ে থাকে। তিনটি স্যাটেলাইট স্টেশন দ্বারা সমগ্রবিশ্বে ডাটা প্রেরণ করা হয়। প্রতিটি স্যাটেলাইটে 12টি করে ট্রান্সপোন্ডার থাকে, যেখানে প্রেরক, গ্রাহক ও অ্যামপ্লিফায়ার অংশগুলো থাকে। 14/12 GHz ব্যান্ড বাণিজ্যিক যোগাযোগ স্যাটেলাইটে ব্যবহার করলে আপ লিংক ফ্রিকুয়েন্সির মান হবে 12.75 থেকে 14.8 GHz-এর মধ্যে এবং ডাউন লিংক ফ্রিকুয়েন্সির মান হবে 10.7 থেকে 12.3 GHz অথবা 12.5 থেকে 12.7 GHz-এর মধ্যে।

**২৯। অপটিক্যাল ফাইবার ক্যাবল ব্যবহারের সুবিধা লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৯, ১১, ১২]

**উত্তর:** **সুবিধা (Advantages) ঃ**

(ক) ফাইবার অপটিক ক্যাবল তৈরিতে খুব সরু হাজার হাজার কাচের তৈরি তন্তু বা প্লাস্টিক ব্যবহার করা হয়। এ তন্তু দিয়ে আলোর গতিতে প্রবাহিত লেজার রশ্মির সাহায্যে Data স্থানান্তর করা হয়।

(খ) অপটিক্যাল ফাইবারে আলোর প্রতিসরণ ও প্রতিফলনের নিয়মানুযায়ী আলোকরশ্মি চলাচল করে। কোর (Core) আলোকরশ্মিকে প্রতিসরিত (Refracted) করে, আর ক্ল্যাডিং আলোকরশ্মিকে প্রতিফলিত (Reflected) করে।

(গ) এর Data Transmission Speed বেশ High প্রায় 186,000mile/sec এবং 1Gbps data এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তর করা যায়।

(ঘ) এর ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ হলো 186 থেকে 370 THz.

(ঙ) অপটিক্যাল ক্যাবলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত আলোকরশ্মির উপর বাহির থেকে কোনো noise প্রভাব ফেলতে পারে না। অন্য Cable-এর সিগন্যাল Transmission-এ বাধা সৃষ্টি হবে, এমন ধরনের কোনো অনাকাঙ্ক্ষিত ফাংশন Optical fiber জেনারেট করে না। অর্থাৎ Cross-talk-জনিত Problem, অপটিক্যাল ফাইবারে নেই।

(চ) কিছু কিছু TV কোম্পানি Fiber-optic এবং Co-axial ক্যাবলের সমন্বয়ে Hybrid Network তৈরি করে, যাতে Fiber-optic ক্যাবল Backbone structure প্রদান করে, আর Co-axial ক্যাবল End user-দের Connection provide করে।

**৩০। ইনফ্রারেড কমিউনিকেশনের বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০১০, ১৪]

**অথবা, Infraed Communication-এর বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

**উত্তর:** ইনফ্রারেড কমিউনিকেশনের বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ ঃ

(ক) সবচেয়ে খরচ কম।

(খ) ইনস্টলেশন প্রসেস খুবই সহজ।

(গ) এক কিলোমিটার দূরত্বে ডাটা ট্রান্সমিট করা যায়।

(ঘ) EMI-জনিত সমস্যা হতে পারে।

(ঙ) ডাটা ট্রান্সমিশন গতি প্রায় 10 Mbps।

**৩১। সাবমেরিন ক্যাবলের বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০১১]

**উত্তর:** নিম্নে সাবমেরিন ক্যাবলের বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করা হলো ঃ

(ক) এতে অ্যানালগ সংকেত সিরিজ দিয়ে আনুমানিক করা হয়।

(খ) ভয়েস ও যোগাযোগ খুবই দ্রুততর।

(গ) গুণাগুণ স্যাটেলাইটের চেয়ে বহুগুণ বৃদ্ধি পাবে।

(ঘ) এটি ব্যবহারের ফলে আন্তর্জাতিক ভয়েস সার্কিট বৃদ্ধি পাবে।

(ঙ) এর রয়েছে একটি শক্তিশালী বৃহৎ ডায়ামিটার।

**৩২। UTP ক্যাবলের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৪, ২০১৬(পরি)]

**অথবা, UTP Cable-এর বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ২০]

**উত্তর:** নিম্নে UTP ক্যাবলের বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করা হলো ঃ

(ক) ক্যাবলিং খরচ সবচেয়ে কম।

(খ) ইনস্টলেশন প্রসেস সহজ।

(গ) Attenuation সমস্যা বিদ্যমান।

(ঘ) এটা কয়েকশত মিটার পর্যন্ত ট্রান্সমিট করতে পারে।

(ঙ) এর রিপিটার স্পেসিং 2km।

Scanned with CamScanner

৩৩। **স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ সম্পর্কে লেখ।**

**উত্তর:** স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ প্রযুক্তিতে যোগাযোগ উপগ্রহের সহায়তা নিতে হয়। এ প্রযুক্তিতে ভূপৃষ্ঠ হতে প্রায় 36,000 কিলোমিটার উপরে স্যাটেলাইট বা কৃত্রিম উপগ্রহ বসানো হয়। এটি পৃথিবীর গতির সমান গতিতে পরিভ্রমণ করতে পারে। স্যাটেলাইটের শরীর ধাতু সংকরের ফ্রেম দিয়ে তৈরি। স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভের ইলেকট্রনিক সার্কিটগুলো চালানোর জন্য সোলার সেল এবং শক্তি জমা রাখার জন্য ব্যাটারি থাকে। এর পাওয়ার সিস্টেম প্রসেসকে পৃথিবী থেকে সব সময় মনিটর করা হয়। স্যাটেলাইটের জন্য ভূপৃষ্ঠে পরাবৃত্তাকার রিসিভিং অ্যান্টিনা ব্যবহার করা হয়।

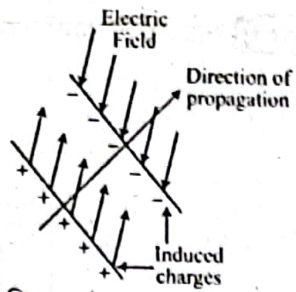
৩৪। **ওয়্যারলেস ডাটা কমিউনিকেশনের হার্ডওয়্যারসমূহ কী কী?**

**উত্তর:** ওয়্যারলেস ডাটা কমিউনিকেশনের হার্ডওয়্যারসমূহ নিম্নরূপ ঃ

(ক) ওয়াই-ফাই
(খ) সেলুলার ডাটা সার্ভিস
(গ) মোবাইল স্যাটেলাইট কমিউনিকেশন
(ঘ) রেডিও কমিউনিকেশন সিস্টেম
(ঙ) ল্যান্ড মোবাইল রেডিও
(চ) কর্ডলেস ফোন।

৩৫। **গ্রাউন্ড ওয়েভ প্রপাগেশনের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।**

**উত্তর:** যে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ ভূপৃষ্ঠ বরাবর গমন করে, তাকে গ্রাউন্ড বা সারফেস ওয়েভ বলে। গ্রাউন্ড ওয়েভের মাধ্যমে অনুভূমিকভাবে পোলারাইজড ওয়েভ গমন করতে পারে না। কারণ, অনুভূমিকভাবে পোলারইজড ওয়েভের ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক ফিল্ড অনুভূমিক দিকে সজ্জিত থাকে এবং এটা ভূপৃষ্ঠের সাথে শর্ট সার্কিট সৃষ্টি করে। ফলে গ্রাউন্ড ওয়েভের ক্ষেত্রে উল্লম্বভাবে পোলারাইজড ওয়েভ আবশ্যাক।



চিত্র ঃ গ্রাউন্ড ওয়েভ প্রপাগেশন

গ্রাউন্ড ওয়েভ উৎপন্ন হয়, যখন প্রেরক অ্যান্টিনাকে ভূমির খুব কাছাকাছি স্থাপন করা হয়। এ ওয়েভ ব্যবহারিক ক্ষেত্রে ব্রডকাস্ট পদ্ধতি রেডিও কমিউনিকেশনে এবং নিম্ন রেঞ্জের ফ্রিকুয়েন্সির ক্ষেত্রে খুবই গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

গ্রাউন্ড ওয়েভ গমনের বৈদ্যুতিক ফিল্ড ভূমির সাথে টার্মিনেটেড হয়। ফলে বৈদ্যুতিক ফিল্ডের দ্বারা আবেশিত হয়ে ভূমিতে বিপরীত চার্জ উৎপন্ন হয়। গ্রাউন্ড ওয়েভ গমনের একই সাথে বৈদ্যুতিক চার্জও গমন করে। এর ফলে ভূমিতে বাহিত হয়। ভূমি বিশুদ্ধ পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করতে পারে না, কারণ এতে কিছু রেজিস্ট্যান্স বিদ্যমান থাকে এবং ভূমির কারেন্টের জন্য ওয়েভ প্রপাগেশনে কিছু পাওয়ার অপচয় হয়। ফলে ওয়েভ গমনের সাথে ফিল্ডের শক্তি হ্রাস পেয়ে থাকে। উপরের চিত্রে গ্রাউন্ড ওয়েভ প্রপাগেশন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।

৩৬। **স্কাই ওয়েভ প্রপাগেশন সম্পর্কে লেখ।**

**উত্তর:** যে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ বিকিরিত হয়ে উপরের দিকে গমন করে আয়নোস্ফেয়ারে পৌছে এবং আয়নোস্ফেরিক স্তর হতে প্রতিফলিত হয়, তাকে স্কাই ওয়েভ বলে। আয়নোস্ফেয়ার হতে ওয়েভ প্রতিফলিত এবং প্রতিসরণ হয়ে থাকে বলে স্কাই ওয়েভ অনেক দূরত্ব পর্যন্ত গমন করতে পারে এবং এজন্য অধিক দূরত্ব বিশিষ্ট কমিউনিকেশনে এ ওয়েভ ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

নিম্ন এবং মধ্যম রেঞ্জের ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যাল আয়নোস্ফেয়ারের স্তর হতে প্রতিফলিত হয় বটে, কিন্তু দিনের বেলা এ সিগন্যালের শক্তি এত কম থাকে যে, এটা যোগাযোগের জন্য খুবই নগণ্য। যাহোক রাত্রিকালে এ সিগন্যালের শক্তি কিছুটা বেশি থাকে, যা স্কাই ওয়েভ যোগাযোগের জন্য উপযোগী হয়ে থাকে। সিগন্যাল ফ্রিকুয়েন্সি বৃদ্ধি করা হলে আয়নোস্ফেয়ার হতে প্রতিফলিত স্কাই ওয়েভের শক্তি বৃদ্ধি পায় এবং স্কাই ওয়েভ যোগাযোগের জন্য উপযোগী হয়। এ ফ্রিকুয়েন্সি মোটামুটি 3–10 মেগাহার্টজ পর্যন্ত ধরা হয়।

সিগন্যাল ফ্রিকুয়েন্সি 10–30 মেগাহার্টজ পর্যন্ত স্কাই ওয়েভের সিগন্যাল শক্তি এত যথেষ্ট মানের হয় যে, প্রায় কয়েক হাজার কিলোমিটার পর্যন্ত যোগাযোগ করা সম্ভব।

যখন সিগন্যাল ফ্রিকুয়েন্সি 30 মেগাহার্টজ এর অধিক হয়, তখন এ সিগন্যালকে আয়নোস্ফেয়ার পৃথিবীর দিকে প্রতিফলিত করতে ব্যর্থ হয়। এ সিগন্যালগুলো আয়নোস্ফেয়ারকে ভেদ করে আরও উপরের স্তরে গমন করে।

আয়নোস্ফেয়ারের অবস্থা সময়ের থেকে সময়ে, দিনের পর দিন, মৌসুম থেকে মৌসুমে পরিবর্তিত হয়। হঠাৎ ঝড়ের ফলেও আয়নোস্ফেয়ারে পরিবর্তন সংগঠিত হয়। আয়নোস্ফেয়ারের এ পরিবর্তনসমূহ সম্পূর্ণরূপে নিয়মিতভাবে সংঘটিত হয় এবং এজন্য আবহাওয়ার পূর্বাভাস প্রদানে এটা খুব সহায়ক হয়।

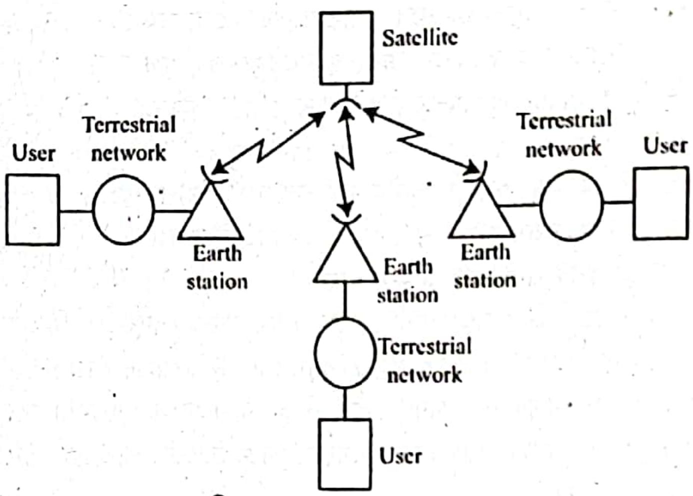
Scanned with CamScanner

আয়নোস্ফেয়ারে বায়ুমণ্ডলের কণিকাগুলো চার্জিত অবস্থায় থাকে। কোনো এলাকা চার্জিত অবস্থায় থাকলে কন্ডাকটিভিটি বৃদ্ধি পায় এবং এর ডাই-ইলেকট্রিক কনস্ট্যান্ট হ্রাস পায়। শূন্যস্থানের কন্ডাকটিভিটি শূন্য হয় এবং মাধ্যমটি বিশুদ্ধ ডাই-ইলেকট্রিক হিসাবে কাজ করে। ফলে এরূপ মাধ্যমে শুধুমাত্র সরণ (Displacement) কারেন্ট প্রবাহিত হয়। কারণ ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ এবং এর কারেন্টের মধ্যে কৌণিক ব্যবধান 90° থাকে। কিন্তু আয়নোস্ফেয়ারে কন্ডাকটিভিটি বৃদ্ধি পাওয়ায় ফেজ 90° হতে হ্রাস পায় এবং এতে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক শক্তির অপচয় হয়।

যখন সিগন্যাল ফ্রিকুয়েন্সি খুব কম হয়, এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি হয় এবং এক তরঙ্গদৈর্ঘ্য দূরত্বের জন্য আয়নাইজেশন ঘনত্বের পরিবর্তনও বেশি হয়। ফলে আয়নোস্ফেয়ার মাধ্যমকে অপ্রত্যাশিত বিচ্ছিন্ন মাধ্যম হিসেবে বিবেচনা করা যায়। ফলশ্রুতিতে মাধ্যম হতে সিগন্যাল প্রতিফলিত হয় এবং শক্তির শোষণ নগণ্য হয়। আবার সিগন্যাল ফ্রিকুয়েন্সি যখন খুব বেশি হয়, এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য খুব কম হয় এবং আয়নোস্ফেয়ার মাধ্যমকে ডাই-ইলেকট্রিক মাধ্যম হিসেবে বিবেচনা করা যায়, যা প্রতিসরণ তলে পরিণত হয়। এ দুই ক্ষেত্রে মাঝামাঝি ফ্রিকুয়েন্সিতে আয়নোস্ফেয়ারকে পাতলা দুটো মাধ্যমের সংযোগ মাধ্যম হিসাবে ধরে নেয়া যায়, যাতে সিগন্যাল আংশিক প্রতিফলিত হয় এবং আংশিক প্রতিসরিত হয়। ফলে আয়নোস্ফেয়ারের বিভিন্ন মাধ্যম হতে প্রতিফলিত/প্রতিসরিত ওয়েভের সমষ্টি দ্বারা লব্ধি ওয়েভ পাওয়া যায়।

**৩৭। স্যাটেলাইট কমিউনিকেশনের চিত্র অঙ্কন কর।**

**উত্তর** স্যাটেলাইট কমিউনিকেশনের চিত্র নিম্নে অঙ্কন করা হলো ঃ




চিত্র ঃ A Basic Satellite System

**৩৮। স্যাটেলাইট কমিউনিকেশনের সুবিধাসমূহ লেখ।**

**উত্তর** স্যাটেলাইট কমিউনিকেশনের সুবিধাসমূহ নিম্নরূপ ঃ

(ক) সহজ ও সুনিপুণ মাল্টিপ্লেক্সিং পদ্ধতির প্রয়োগ।

(খ) যোগাযোগে গোপনীয়তা।

(গ) নগণ্য ভুলত্রুটি ও উচ্চ বিশ্বস্ততা।

(ঘ) ডিজিটাল হার্ডওয়্যারের কার্যকারিতায় নমনীয়তা।

(ঙ) এ পদ্ধতির সিগন্যালকে সহজে পুনঃউৎপাদন করা যায়।

## HP রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

**১। Transmission মিডিয়ার ইতিহাস সম্পর্কে বর্ণনা কর।**

**উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ৪.০ নং দ্রষ্টব্য।

**২। Guided transmission media-এর গঠন সম্পর্কে বিস্তারিত বর্ণনা কর।**

**উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

**৩। Twisted pair ক্যাবল এর গঠন সম্পর্কে আলোচনা কর (চিত্রসহ)।**

**উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

**৪। Co-axial ক্যাবলের গঠন সম্পর্কে আলোচনা কর (চিত্রসহ)।**

**অথবা, Co-axial cable এর বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০২০(পরি)]

**উত্তর সংকেত** অনুচ্ছেদ ৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

Scanned with CamScanner

৫। Fiber-optic ক্যাবলের গঠন সম্পর্কে (চিত্রসহ) বিস্তারিত আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]
অথবা, চিত্রসহ Fiber Optic Transmission এর গঠন বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]
অথবা, চিত্রসহ ফাইবার অপটিক ক্যাবলের গঠনসহ এটির মধ্যে দিয়ে ডাটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতির বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, Fiber optic cable-এর গঠন চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৮]
অথবা, Fiber optical cable-এর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০২০(পরি)]
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Guided/Cable transmission মিডিয়ার Characteristics উল্লেখ কর।
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। প্রত্যেক প্রকার ক্যাবলের সুবিধা-অসুবিধা উল্লেখ কর।
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। বিভিন্ন ধরনের ক্যাবলের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। অপটিক্যাল ফাইবারের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। চিত্রসহ মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন পদ্ধতির বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ১০, ১১, ১৩, ১৫, ১৬]
অথবা, চিত্রসহ Microwave transmission বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি), ১৮]
অথবা, চিত্রসহ মাইক্রোওয়েভ Transmission প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন সিস্টেম চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৭]
অথবা, চিত্রসহ Microwave Communication ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০২০]
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৭ নং দ্রষ্টব্য।

১১। কো-অ্যাক্সিয়াল ও অপটিক্যাল ফাইবার ক্যাবলের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৫, ১১]
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। কো-অ্যাক্সিয়াল, টুইস্টেড পেয়ার ও অপটিক্যাল ফাইবার ক্যাবলের তুলনামূলক বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। কো-অ্যাক্সিয়াল, টুইস্টেড পেয়ার ও ফাইবার ক্যাবলের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। প্রপাগেশন কী? বিভিন্ন প্রকার ওয়্যারলেস প্রপাগেশনের বর্ণনা দাও।
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। রেডিও, মাইক্রোওয়েভ এবং ইনফ্রারেড কমিউনিকেশনের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৭]
অথবা, Radio, Microwave ও Infrared কমিউনিকেশনের ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৭]
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। স্যাটেলাইট কমিউনিকেশনের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। রেডিও এবং মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশনের বৈশিষ্ট্য লেখ।
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Co-axial Cable কী? এটি কয় প্রকার ও কী কী? এটির গঠন চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৬]
উত্তর সংকেত: অনুচ্ছেদ ৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

Scanned with CamScanner