

১. Point-to-Point Communication (পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট যোগাযোগ):

সংজ্ঞা:

পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট যোগাযোগ হল এমন একটি যোগাযোগ ব্যবস্থা, যেখানে কেবল দুটি নির্দিষ্ট স্থান বা যন্ত্রের মধ্যে সরাসরি তথ্য আদান-প্রদান হয়।

উদাহরণ:

একটি ট্রান্সমিটার থেকে সরাসরি একটি রিসিভারে তথ্য পাঠানো।

২. Radio Relay System (রেডিও রিলে সিস্টেম):

সংজ্ঞা:

রেডিও রিলে সিস্টেম হলো এমন একটি বেতার যোগাযোগ ব্যবস্থা যেখানে সংকেতকে একাধিক মধ্যবর্তী স্টেশন (রিলে বা রিপিটার) ব্যবহার করে দূরবর্তী গন্তব্যে পাঠানো হয়।

বৈশিষ্ট্য:

- মাইক্রোওয়েভ বা উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির রেডিও তরঙ্গ ব্যবহৃত হয়।
 - দূরত্ব বাড়তে মধ্যবর্তী স্টেশন ব্যবহৃত হয়।
-

৩. Microwave Radio Relay System (মাইক্রোওয়েভ রেডিও রিলে সিস্টেম):

সংজ্ঞা:

এটি একটি বিশেষ ধরনের রেডিও রিলে সিস্টেম, যেখানে যোগাযোগের জন্য মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সির তরঙ্গ (3 GHz – 30 GHz) ব্যবহার করা হয়।

বৈশিষ্ট্য:

- লাইন-অফ-সাইট (LOS) নির্ভর।
 - অধিক ব্যান্ডউইথ এবং উচ্চ গতির ডেটা ট্রান্সমিশন সম্ভব।
 - সাধারণত টাওয়ার বা পাহাড়ের উপর রিপিটার বসানো হয়।
-

৪. Repeater (রিপিটার):

সংজ্ঞা:

রিপিটার হলো একটি ইলেকট্রনিক ডিভাইস যা দুর্বল বা বিকৃত সংকেতকে গ্রহণ করে তা পুনরায় জোরদার বা রিফ্রেশ করে প্রেরণ করে। এর ফলে সংকেত দীর্ঘ দূরত্ব অতিক্রম করতে পারে।

৫. Classification of Repeater (রিপিটারের শ্রেণিবিভাগ):

রিপিটারকে বিভিন্নভাবে শ্রেণিবদ্ধ করা যায়। প্রধান শ্রেণিবিভাগগুলো হলো:

ক. Analog Repeater (অ্যানালগ রিপিটার):

- অ্যানালগ সংকেতকে গ্রহণ করে শক্তিশালী করে পুনরায় পাঠায়।

খ. Digital Repeater (ডিজিটাল রিপিটার):

- ডিজিটাল সংকেত গ্রহণ করে পুনরায় ডিকোড ও রি-এনকোড করে প্রেরণ করে।

গ. Frequency Repeater (ফ্রিকোয়েন্সি রিপিটার):

- সংকেতকে একটি ফ্রিকোয়েন্সি থেকে অন্য ফ্রিকোয়েন্সিতে রূপান্তর করে।

ঘ. Optical Repeater (অপটিক্যাল রিপিটার):

- অপটিক্যাল ফাইবারে ব্যবহৃত হয়, যেখানে আলোক সংকেতকে পুনরায় উৎপন্ন করে পাঠানো হয়।

১. IF Repeater (আই.এফ রিপিটার):

সংজ্ঞা: IF রিপিটার একটি রিলে ডিভাইস যা ইনপুট সিগন্যালকে ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সিতে রূপান্তর করে, তা অ্যাম্পলিফাই করে এবং আবার মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সিতে কনভার্ট করে পুনরায় ট্রান্সমিট করে।

বাংলায়: এটি একটি মধ্যবর্তী ফ্রিকোয়েন্সি বুস্টার যা দুর্বল সিগন্যালকে পুনরায় শক্তিশালী করে পরবর্তী গন্তব্যে পাঠাতে সাহায্য করে।

২. Microwave Carrier Supply (মাইক্রোওয়েভ ক্যারিয়ার সাপ্লাই):

সংজ্ঞা: এটি এমন একটি উৎস যা মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সিতে কাজ করে এমন সিগন্যাল তৈরি করে, যা ট্রান্সমিশনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

বাংলায়: মাইক্রোওয়েভ সংকেত তৈরি করার উৎস, যা ডাটা পরিবহণে সহায়তা করে।

৩. Auxiliary Channel (অক্সিলিয়ারি চ্যানেল):

সংজ্ঞা: প্রধান চ্যানেলের বাইরে ব্যবহৃত একটি অতিরিক্ত যোগাযোগ মাধ্যম, যা সাধারণত কন্ট্রোল, মনিটরিং বা সার্ভিস সিগন্যাল বহন করে।

বাংলায়: প্রধান চ্যানেলের পাশাপাশি ব্যবহৃত সহায়ক চ্যানেল যা নিয়ন্ত্রণ ও তদারকির কাজে ব্যবহৃত হয়।

৪. Klystron Amplifier (ক্লাইস্ট্রন অ্যাম্প্লিফায়ার):

সংজ্ঞা: এটি একটি ভ্যাকুয়াম টিউব যা মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সিতে উচ্চ ক্ষমতার অ্যাম্প্লিফিকেশন প্রদান করে।

বাংলায়: একটি শক্তিশালী মাইক্রোওয়েভ সংকেত বাড়ানোর যন্ত্র যা ইলেকট্রন বিম ও রেজোন্যান্ট ক্যাভিটির মাধ্যমে কাজ করে।

৫. Two-Cavity Klystron Oscillator (টু-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন অসিলেটর):

সংজ্ঞা: এটি দুটি ক্যাভিটি (বাজার ও ক্যাচার) যুক্ত একটি ক্লাইস্ট্রন যা সিগন্যাল উৎপন্ন করে।

বাংলায়: একটি ক্লাইস্ট্রন অসিলেটর যাতে দুটি ক্যাভিটি থাকে, প্রথমটি ইলেকট্রন বিমকে মডুলেট করে এবং দ্বিতীয়টি তা অ্যাম্প্লিফাই করে।

৬. Klystron (ক্লাইস্ট্রন):

সংজ্ঞা: এটি এক ধরনের ভ্যাকুয়াম টিউব যা মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সিতে সিগন্যাল অ্যাম্প্লিফিকেশন বা জেনারেশনে ব্যবহৃত হয়।

বাংলায়: ইলেকট্রন বিম ও রেজোন্যান্ট ক্যাভিটির মাধ্যমে কাজ করা একটি মাইক্রোওয়েভ যন্ত্র।

৭. Multicavity Klystron (মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন):

সংজ্ঞা: এটি একটি ক্লাইস্ট্রন যাতে দুটি বা ততোধিক ক্যাভিটি থাকে, অধিক গেইন ও ব্যান্ডউইথের জন্য।

বাংলায়: অনেকগুলি ক্যাভিটি সংযুক্ত একটি উন্নত ক্লাইস্ট্রন যা বেশি শক্তি ও কার্যক্ষমতা প্রদান করে।

৮. Reflex Klystron (রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন):

সংজ্ঞা: একটি ক্লাইস্ট্রন যেখানে ইলেকট্রন বিম রিফ্লেক্টর প্লেট দ্বারা ফিরে আসে এবং একক ক্যাভিটির মাধ্যমে অসিলেশন তৈরি করে।

বাংলায়: একক ক্যাভিটি এবং রিফ্লেক্টর ব্যবহার করে সংকেত তৈরি করা একটি সহজ ক্লাইস্ট্রন।

৯. Magnetron (ম্যাগনেট্রন):

সংজ্ঞা: এটি একটি হাই-পাওয়ার অসিলেটর যা ইলেকট্রন এবং চৌম্বক ক্ষেত্র ব্যবহার করে মাইক্রোওয়েভ তৈরি করে।

বাংলায়: একটি যন্ত্র যা উচ্চ ক্ষমতার মাইক্রোওয়েভ সংকেত তৈরি করে এবং সাধারণত রাডার ও মাইক্রোওয়েভ ওভেনে ব্যবহৃত হয়।

১০. Cavity Magnetron (ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রন):

সংজ্ঞা: একটি ম্যাগনেট্রন যার মধ্যে একাধিক রেজোন্যান্ট ক্যাভিটি থাকে, যা মাইক্রোওয়েভ রেডিয়েশন উৎপাদনে সহায়তা করে।

বাংলায়: রেজোন্যান্ট ক্যাভিটি যুক্ত একটি ম্যাগনেট্রন যা মাইক্রোওয়েভ অসিলেশন তৈরি করে।

১১. TWT (Traveling Wave Tube) – ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউব:

সংজ্ঞা: এটি একটি মাইক্রোওয়েভ অ্যাম্প্লিফায়ার যাতে ইলেকট্রন বিম ধীরে ধীরে একটি ট্রাভেলিং ওয়েভের সাথে ইন্টারঅ্যাক্ট করে শক্তি প্রদান করে।

বাংলায়: এক ধরনের মাইক্রোওয়েভ অ্যাম্প্লিফায়ার যা চলমান তরঙ্গের সঙ্গে ইলেকট্রন বিমের মিথস্ক্রিয়ার মাধ্যমে সংকেত বাড়ায়।

১২. Difference between Klystron and Magnetron (ক্লাইস্ট্রন বনাম ম্যাগনেট্রন পার্থক্য):

বিষয়	Klystron (ক্লাইস্ট্রন)	Magnetron (ম্যাগনেট্রন)
-------	------------------------	-------------------------

কার্যপ্রণালী অ্যাম্প্লিফায়ার/অসিলেটর শুধুমাত্র অসিলেটর

গঠন এক বা একাধিক ক্যাভিটি একাধিক রেজোন্যান্ট ক্যাভিটি

ক্ষমতা তুলনামূলকভাবে কম উচ্চ

ফ্রিকোয়েন্সি নিয়ন্ত্রণ সুনির্দিষ্ট কম নির্ভুলতা

ব্যবহার রেডিও টেলিস্কোপ, উপগ্রহ রাডার, মাইক্রোওয়েভ ওভেন

১৩. Types of TWT (TWT এর প্রকারভেদ):

বাংলায়:

ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউব (TWT)-এর প্রধান দুই ধরনের শ্রেণীবিভাগ রয়েছে:

Helix TWT (হেলিক্স টি.ডব্লিউ.টি.):

ইলেকট্রন বিম একটি হেলিক্যাল স্ট্রাকচারের চারপাশে চলা সিগন্যালের সঙ্গে ইন্টারঅ্যাক্ট করে।

সাধারণত কম পাওয়ারের ও প্রশস্ত ব্যান্ডউইথের জন্য ব্যবহৃত হয়।

Coupled-Cavity TWT (কাপলড ক্যাভিটি টি.ডব্লিউ.টি.):

একাধিক ক্যাভিটি যুক্ত থাকে যেখানে সিগন্যাল প্রোপাগেট করে।

উচ্চ ক্ষমতা এবং নির্দিষ্ট ব্যান্ডের জন্য উপযোগী।

১. যোগাযোগ পদ্ধতি:

- পয়েন্ট টু পয়েন্ট যোগাযোগ: দুটি নির্দিষ্ট ডিভাইস বা অবস্থানের মধ্যে সরাসরি যোগাযোগ ব্যবস্থা।

- **রেডিও রিলে সিস্টেম:** একাধিক রেডিও লিংকের মাধ্যমে দীর্ঘ দূরত্বে তথ্য প্রেরণের ব্যবস্থা।
 - **মাইক্রোওয়েভ রেডিও রিলে সিস্টেম:** মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহার করে দূরবর্তী দুটি পয়েন্টের মধ্যে যোগাযোগ ব্যবস্থা।
 - **রিপিটার (Repeater):** দুর্বল সিগনাল পুনরায় শক্তিশালী করে দীর্ঘ দূরত্বে পাঠানোর জন্য ব্যবহৃত যন্ত্র।
 - **রিপিটারের শ্রেণিবিন্যাস:**
 - বেস ব্যান্ড রিপিটার
 - আই.এফ রিপিটার
 - অপটিক্যাল রিপিটার ইত্যাদি
-

২. মাইক্রোওয়েভ উপাদানসমূহ:

- **IF রিপিটার:** Intermediate Frequency এ কাজ করে এমন রিপিটার, যা সিগনালকে পুনরায় বৃদ্ধি করে।
- **মাইক্রোওয়েভ ক্যারিয়ার সাপ্লাই:** মাইক্রোওয়েভ সিগনাল পরিবহণের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি প্রদানকারী উৎস।
- **অক্সিলিয়ারি চ্যানেল:** প্রধান চ্যানেল ছাড়াও ব্যবহৃত সহায়ক যোগাযোগ চ্যানেল।
- **ক্লাইস্ট্রন অ্যাম্প্লিফায়ার:** উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সিতে সিগনাল বাড়ানোর জন্য ব্যবহৃত একটি ডিভাইস।
- **টু-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন অসিলেটর:** দুটি ক্যাভিটি ব্যবহার করে নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সিতে অসিলেশন তৈরি করে।
- **ক্লাইস্ট্রন:** ভ্যাকুয়াম টিউব যা মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি তৈরি ও বাড়াতে ব্যবহৃত হয়।
- **মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন:** একাধিক ক্যাভিটি ব্যবহার করে অধিক গেইন ও স্থিতিশীলতা প্রদান করে।
- **রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন:** একক ক্যাভিটি যুক্ত অসিলেটর যেখানে ইলেকট্রন একটি প্রতিফলক দ্বারা ফিরে আসে।
- **ম্যাগনেট্রন:** শক্তিশালী মাইক্রোওয়েভ উৎপাদনে ব্যবহৃত অসিলেটর।

- **ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রন:** ম্যাগনেট্রনের একটি ধরন যা ক্যাভিটি ব্যবহার করে শক্তি তৈরি করে।
 - **TWT (Travelling Wave Tube):** এক ধরনের মাইক্রোওয়েভ অ্যাম্প্লিফায়ার যেখানে সিগনাল একটি তরঙ্গ আকারে ভ্রমণ করে।
 - **ক্লাইস্ট্রন ও ম্যাগনেট্রনের পার্থক্য:** ক্লাইস্ট্রন নির্ভুলতা ও গেইনের জন্য ব্যবহৃত, ম্যাগনেট্রন শক্তিশালী কিন্তু কম নির্ভুল।
 - **TWT-এর প্রকারভেদ:**
 - হেলিক্স TWT
 - কুশন টাইপ TWT
-

৩. আলো ও অপটিক্যাল বৈশিষ্ট্য:

- **অ্যাটেনুয়েশন:** সিগনালের শক্তি বা তীব্রতা কমে যাওয়া।
- **আলোতে অ্যাটেনুয়েশন:** আলোর শক্তি দূরত্ব অনুযায়ী কমে যায়।
- **তাপীয় সাম্যাবস্থা (Thermal Equilibrium):** যেখানে সকল কণার গড় শক্তি সমান থাকে।
- **শোষণ (Absorption):** কণা বা পদার্থের মাধ্যমে শক্তি গ্রহণ।
- **স্বতঃস্ফূর্ত নিঃসরণ (Spontaneous Emission):** উত্তেজিত কণা নিজে থেকে শক্তি নিঃসরণ করে।
- **উদ্দীপিত নিঃসরণ (Stimulated Emission):** বাহ্যিক ফোটনের মাধ্যমে কণাকে শক্তি নিঃসরণে প্ররোচিত করা।
- **পপুলেশন ইনভার্সন:** উত্তেজিত অবস্থায় কণার সংখ্যা বেশি হওয়া, যা লেজার তৈরি করতে সহায়ক।
- **সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড লেজার:** সেমিকন্ডাক্টর ভিত্তিক লেজার ডিভাইস।
- **লেজার বিম:** সংকীর্ণ, তীব্র ও একরঙা আলো রশ্মি।
- **অপটিক্যাল মাধ্যম:** যে কোন স্বচ্ছ পদার্থ যেখানে আলো চলতে পারে।
- **অপটিক্যাল ফাইবার:** সূক্ষ্ম কাচ বা প্লাস্টিক ফাইবার যা আলো পরিবহনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

- **কোঅক্সিয়াল কেবল:** কেন্দ্রীয় পরিবাহী তার এবং বাহ্যিক শিল্ডযুক্ত কেবল।
 - **কপার তার:** তামার তৈরি সাধারণ পরিবাহী তার।
 - **গাইডেড ওয়েভ:** নির্দিষ্ট পথ ধরে ছড়ানো তরঙ্গ (যেমন: ফাইবার অপটিক)।
 - **আনগাইডেড ওয়েভ:** মুক্তভাবে ছড়ানো তরঙ্গ (যেমন: রেডিও তরঙ্গ)।
-

৪. অপটিক্যাল ফাইবার সম্পর্কিত:

- **রিফ্রাকটিভ ইনডেক্স:** আলো একটি মাধ্যমের মধ্যে কতটা ধীরে চলে, তার একটি পরিমাপ।
 - **আলোর গতি:** শূন্যস্থানে আলোর সর্বোচ্চ গতি (প্রায় $3 \times 10^8 \times 10^8 \times 10^8$ মিটার/সেকেন্ড)।
 - **স্টেপড ইনডেক্স:** কোর ও ক্ল্যাডিং এর রিফ্রাকটিভ ইনডেক্সে হঠাৎ পরিবর্তন।
 - **গ্রেডেড ইনডেক্স:** রিফ্রাকটিভ ইনডেক্স ধীরে ধীরে পরিবর্তিত হয়।
 - **হাফ অ্যাকসেপ্ট্যান্স অ্যাঙ্গেল:** সর্বোচ্চ কোণ যাতে আলো ফাইবারে প্রবেশ করে ভেতরে প্রতিফলিত হয়।
 - **নিউমেরিকাল অ্যাপারচার (NA):** আলো প্রবেশের ক্ষমতার পরিমাপক।
 - **V নম্বর:** ফাইবারের মোড সংখ্যা নির্ধারণে ব্যবহৃত প্যারামিটার।
 - **স্টেপ ও গ্রেডেড ইনডেক্সের তুলনা:**
 - স্টেপড: সহজ নির্মাণ, বেশি বিকৃতি।
 - গ্রেডেড: কম বিকৃতি, জটিল নির্মাণ।
-

৫. লেজার ও ফাইবার প্রকারভেদ:

- **মাল্টিমোড ফাইবার:** একাধিক মোডে আলো পরিবহন করে।
- **লেজার:** আলোকে একরূপ ও সংকীর্ণ রশ্মিতে পরিণত করে।
- **লেজারের প্রকারভেদ:**
 - গ্যাস লেজার

- সলিড-স্টেট লেজার
 - সেমিকন্ডাক্টর লেজার
-

৬. ফটোডিটেট্টর ও বিট সংক্রান্ত:

- ফটোডিটেট্টর: আলোকে বৈদ্যুতিক সংকেতে রূপান্তর করে।
 - P-N জাংশন: একটি পজিটিভ ও নেতিবাচক সেমিকন্ডাক্টর মিলে গঠিত অঞ্চল।
 - PIN ফটোডায়োড: উচ্চ সংবেদনশীলতা যুক্ত ফটোডিটেট্টর।
 - ডায়োড: একমুখী চলাচলকারী বৈদ্যুতিক উপাদান।
 - ফটোডায়োড: আলো পড়লে সিগনাল তৈরি করে এমন ডায়োড।
 - APD (Avalanche Photo Diode): অতিরিক্ত গেইন সহ ফটোডায়োড।
 - ফটোট্রানজিস্টর: আলো নির্ভর ট্রানজিস্টর।
 - বিট এরর রেট (BER): মোট পাঠানো বিটের মধ্যে কত বিট ভুল হয়েছে তার অনুপাত।
 - SNR ও BER তুলনা:
 - SNR বেশি হলে BER কম।
 - SNR হলো সংকেতের মান এবং নয়েজের অনুপাত।
-

৭. অপটিক্যাল কম্পোনেন্টস ও কমিউনিকেশন টার্মস:

- অপটিক্যাল কাপলার: একাধিক ফাইবারের মধ্যে আলো ভাগ করে।
- বাইকনিকাল টেপার্ড কাপলার: আলোর বিভাজনের জন্য সূক্ষ্মভাবে টানা কাপলার।
- T-কাপলার: টি আকারের কাপলার যা ৩টি ফাইবার সংযোগ করে।
- স্প্লাইসিং: দুটি ফাইবার স্থায়ীভাবে সংযুক্ত করা।
- ফিউশন স্প্লাইসিং: তাপ দিয়ে ফাইবার গলিয়ে সংযোগ করা।
- মেকানিকাল স্প্লাইসিং: যান্ত্রিকভাবে দুটি ফাইবার যুক্ত করা।
- মাল্টিপ্লেক্সার: একাধিক সিগনালকে একত্রে পাঠানোর যন্ত্র।

- **ডিমাল্টিপ্লেক্সার:** একত্রিত সিগনালকে আলাদা করে।
- **অপটিক্যাল সুইচ:** ফাইবার অপটিক সিগনাল পরিচালনার জন্য ব্যবহৃত সুইচ।
- **ইলেকট্রিক্যাল সুইচিং:** বিদ্যুৎ প্রবাহ পরিচালনা করে সুইচ করা।
- **পাওয়ার বাজেট:** প্রেরিত ও প্রাপ্ত শক্তির পার্থক্য।
- **কনেক্টর:** অপটিক্যাল ফাইবার সংযুক্তির জন্য যন্ত্রাংশ।
- **ম্যাসার:** মাইক্রোওয়েভ সিগনাল বাড়ানোর যন্ত্র।
- **T জংশন:** তিনটি ফাইবার বা তরঙ্গচালক সংযুক্ত বিন্দু।
- **মাইক্রোওয়েভ:** ১ গিগাহার্টজ থেকে ৩০ গিগাহার্টজ ফ্রিকোয়েন্সির তরঙ্গ।
- **মাইক্রোওয়েভ লিঙ্ক:** দুটি অবস্থানের মধ্যে মাইক্রোওয়েভ ভিত্তিক সংযোগ।
- **ট্রান্সমিটিং ও রিসিভিং ইকুইপমেন্ট:** সিগনাল প্রেরণ ও গ্রহণের যন্ত্রপাতি।
- **বেস ব্যান্ড রিপিটার:** সরাসরি সিগনাল রিপিট করে এমন ডিভাইস।
- **মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা:** মাইক্রোওয়েভ সিগনাল প্রচার ও গ্রহণের জন্য।
- **গ্যাস লেজার:** গ্যাস ব্যবহার করে আলো তৈরি করে এমন লেজার।
- **অপটিক্যাল যোগাযোগ ব্যবস্থা:** আলো ব্যবহার করে তথ্য আদান প্রদান।
- **রাউটার (মাইক্রোওয়েভ ও ফাইবার অপটিক):** নেটওয়ার্ক সিগনাল নির্দিষ্ট পথে পরিচালনা করে।