Exclusive Note

কমিউনিকেশন সিস্টেম ও নেটওয়ার্কিং

তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি
দ্বিতীয় অধ্যায়
একাদশ – দ্বাদশ শ্রেণি

Academy

এস এম শরীফ

পরিচালক – আলোড়ন বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি কোচিং।
পরিচালক – এস এম আইসিটি একাডেমি।
পরিচালক – এস এম টেক জোন।
মোবাইল : ০১৮৩১-৭৫০১৮১
ফেসবুক : এস এম শরীফ

সুপ্রিয় শিক্ষার্থী,
আসসালামু আলাইকুম ।

আশাকরি এই **Exclusive Note** টি তোমাদের কাছে অতীতের চেয়ে আরো বেশী উপকারী হিসেবে বিবেচিত হবে ইনশাআল্লাহ । সম্পূর্ণ **Exclusive Note** টি ত্রুটিমুক্ত রাখতে বরাবরই আমি আপ্রাণ চেষ্টা করে আসছি । তবুও কারো দৃষ্টিতে কোন ভুল ধরা পড়লে তা আমাকে অবহিত করলে আমি কৃতজ্ঞ থাকবো এবং তা পরবর্তী সংস্করণে সংশোধন করে নেব ইনশাআল্লাহ ।

এই **Exclusive Note** টি ত্রুটিমুক্ত করতে যারা আমাকে সহযোগিতা করেছ তাদের সকলকে আন্তরিক ধন্যবাদ ।

\- এস এম শরীফ

ডেটা কমিউনিকেশন

□ **ডেটা কমিউনিকেশন :** একস্থান থেকে অন্যস্থানে কিংবা এক কম্পিউটার থেকে অন্য কম্পিউটারে কিংবা এক ডিভাইস থেকে অন্য ডিভাইসে (মোবাইল, স্মার্টফোন, পার্সোনাল ডিজিটাল অ্যাসিসটেন্ট, জিপিএস নেভিগেটর ইত্যাদি) তথ্য আদান-প্রদান তথা তথ্য বিনিময়কে বলা হয় ডেটা কমিউনিকেশন (Data Communication) বা ডেটা স্থানান্তর।

আধুনিক ডেটা কমিউনিকেশনের কোনো না কোনো পর্যায়ে সরাসরি কম্পিউটার জড়িত থাকে। ডেটা কমিউনিকেশনে যোগাযোগ বা কমিউনিকেশন ঘটে ডেটা'র মাধ্যমে এবং এই কমিউনিকেশন সিস্টেম কার্যকর হয় মূলত দুটি অংশে। যথাঃ

১. ডেটা প্রসেসিং ও ২. ডেটাট্রান্সমিশন

ডেটা কমিউনিকেশনের এ দুটি অপারেশনে ব্যবহৃত প্রধান দুটি সিস্টেম হলো কম্পিউটার এবং ডেটা ট্রান্সমিশন সিস্টেম। কম্পিউটারকে বলা হয় ডেটা প্রসেসিং (Data Processing) ডিভাইস। কম্পিউটার কর্তৃক উৎপন্ন বা প্রসেসকৃত ডেটা একপ্রান্ত থেকে অপরপ্রান্তে পৌঁছে যাওয়ার প্রক্রিয়াই হলো ট্রান্সমিশন সিস্টেম। ট্রান্সমিশন সিস্টেমের উপাদানগুলো হচ্ছে মডেম, ট্রান্সমিটার, সুইচ, রিসিভার ইত্যাদি।

□ **ডেটা কমিউনিকেশনের উপাদান (Components of Data Communication) :** একটি ডেটা কমিউনিকেশন সিস্টেম সাধারণত পাঁচটি উপাদান নিয়ে গঠিত হয়।

১. মেসেজ (Message) : যা পাঠানো হয়। মেসেজ বিভিন্ন ধরনের হতে পারে। যেমন- টেক্সট, ছবি, অডিও/সাউন্ড, ভিডিও ইত্যাদি।

২. প্রেরক (Sender) : প্রেরক হলো এক ধরনের ডিভাইস, যা ডেটা/ম্যাসেজ প্রেরণ করে। বিভিন্ন ধরনের প্রেরক ডিভাইস হতে পারে। যেমন- কম্পিউটার, ওয়ার্কস্টেশন, টেলিফোন সেট ইত্যাদি।

৩. প্রাপক (Receiver) : প্রাপক হলো এমন এক ধরনের ডিভাইস, যা বার্তা গ্রহণ করে। বিভিন্ন ধরনের প্রাপক ডিভাইস হতে পারে। যেমন- কম্পিউটার, ওয়ার্কস্টেশন টেলিফোন সেট ইত্যাদি।

৪. মাধ্যম (Medium) : মাধ্যম হচ্ছে পাথ (physical or wireless), যার মাধ্যমে প্রেরক ডিভাইস থেকে প্রাপক ডিভাইসে ডেটা পাঠানো হয়। যেমন- টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল, কো-এক্সিয়াল ক্যাবল, ফাইবার অপটিক ক্যাবল বা রেডিও ওয়েভ ইত্যাদি।

৫. প্রোটোকল (Protocol) : প্রোটোকল হচ্ছে নিয়মকানুন যা কমিউনিকেটিং ডিভাইসগুলো মেনে চলে।

ব্যান্ডউইথ

□ **ব্যান্ডউইথ :** একটি নির্দিষ্ট সময়ে চ্যানেল দিয়ে যে পরিমাণ ডেটা স্থানান্তরিত হয় তার পরিমাণকে ব্যান্ডউইথ হিসেবে পরিমাপ করা হয়। একে ডেটাট্রান্সমিশন স্পিড হিসেবেও চিহ্নিত করা হয়ে থাকে। ডেটা ট্রান্সমিশন স্পিড-এর একককে bps (bit per second)-এ হিসাব করা হয়। অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ ডেটা বিট স্থানান্তরিত হয় তার পরিমাণকে bps বলে। নির্দিষ্ট পরিমাণ বিপিএস যখন ডেটাট্রান্সমিশনের গতির একক হিসেবে চিহ্নিত হয়, তখন সেটিকে Band বা Bandwidth বলা হয়।

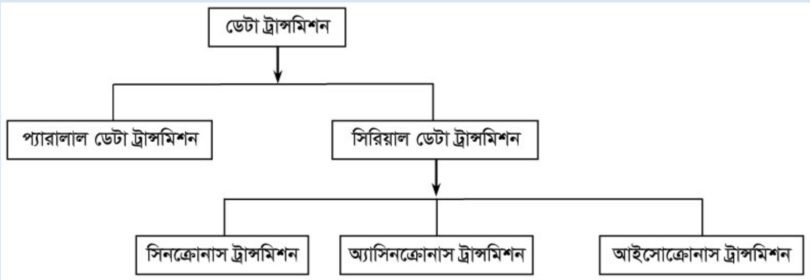
□ **কমিউনিকেশন গতির শ্রেণিবিভাগ :** ডেটা ট্রান্সফার গতির উপর ভিত্তি করে কমিউনিকেশন গতিকে তিনভাগে ভাগ করা হয়।

১. ন্যারোব্যান্ড (Narrowband)
২. ভয়েসব্যান্ড (Voiceband)
৩. ব্রডব্যান্ড (Broadband)

প্রকারভেদ	গতি	ব্যবহার
ন্যারো ব্যান্ড	45 bps – 300 bps	ধীর গতি ডেটা স্থানান্তরের ক্ষেত্রে, টেলিগ্রাফ।
ভয়েস ব্যান্ড	1200 bps – 9600 bps	টেলিফোন, কম্পিউটার থেকে প্রিন্টার, কার্ড রিডার থেকে কম্পিউটার এবং কিবোর্ড থেকে কম্পিউটার।
ব্রড ব্যান্ড।	1 Mbps থেকে বেশি	ফাইবার অপটিক ক্যাবল, DSL, কো-এক্সিয়াল ক্যাবল, মডেম, রেডিও লিংক, মাইক্রোওয়েব, স্যাটেলাইট, ব্লু-টুথ, ওয়াই-ফাই, ওয়াই-ম্যাক্স।

ডেটা ট্রান্সমিশন মেথড

□ **ডেটা ট্রান্সমিশন মেথড :** যে পদ্ধতিতে এক কম্পিউটার থেকে অন্য কম্পিউটারে তথা এক ডিভাইস থেকে অন্য ডিভাইসে ডেটা স্থানান্তর বা ট্রান্সমিট হয় তাকে ডেটা ট্রান্সমিশন মেথড বলা হয়। ডেটা ট্রান্সমিশন মেথড বলতে মূলত ডেটা কমিউনিকেশন সিস্টেমে সংযুক্ত ডিভাইসগুলোর মধ্যে বিটের আদান-প্রদান বা বিনিময়ের প্রক্রিয়াকে বোঝানো হয়। ডিভাইসসমূহের মধ্যে অবস্থানগত দূরত্ব এবং ডেটার ক্ষুদ্রতম একক বিট-এর বিন্যাসের ভিত্তিতে ট্রান্সমিশন মেথডকে দুটি বেসিক শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়। যথা-



১. প্যারালাল ট্রান্সমিশন (Paralal Transmission) : যে ডেটা ট্রান্সমিশনের পদ্ধতিতে কাছাকাছি অবস্থিত ডিভাইসগুলোর মধ্যে একটি ক্যারেক্টারের সবগুলো বিট একসাথে সমান্তরালভাবে একই ক্লক পালসে স্থানান্তরিত হয় তাকে প্যারালাল ট্রান্সমিশন বলে। প্যারালাল ট্রান্সমিশন এ n বিট ডেটা ট্রান্সমিশন করার জন্য পৃথক n টি লাইন প্রয়োজন।

২. সিরিয়াল ট্রান্সমিশন (Serial Transmission) : যে ডেটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতিতে ক্যারেক্টারের বিটগুলো একসাথে স্থানান্তরিত না হয়ে সিরিয়াল বা ধারাবাহিকভাবে যে কোনো দূরত্বে অবস্থিত ডিভাইসগুলোর মধ্যে স্থানান্তরিত হয় তাকে সিরিয়াল ট্রান্সমিশন বলে। সিগন্যাল পাঠানোর সময় বিভিন্ন বিটের মধ্যে সমন্বয়ের জন্য ব্যবহৃত পদ্ধতিকে বলা হয় বিট সিনক্রোনাইজেশন। বিট সিনক্রোনাইজেশনের উপর ভিত্তি করে সিরিয়াল ট্রান্সমিশন পদ্ধতিকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। এগুলোকে ডেটা ট্রান্সমিশন মেথড বলে। যথা -

১. অ্যাসিনক্রোনাস ট্রান্সমিশন (Asynchronous Transmission)
২. সিনক্রোনাস ট্রান্সমিশন (Synchronous Transmission)
৩. আইসোক্রোনাস ট্রান্সমিশন (Isochronous Transmission)

- ✓ **অ্যাসিনক্রোনাস ট্রান্সমিশন :** গ্রিক শব্দ Asyn অর্থ সাথে নয় এবং Chronous হলো সময়। অর্থাৎ, সময়ের সাথে নয়। যে পদ্ধতিতে প্রেরক কম্পিউটার হতে ডেটা গ্রাহক কম্পিউটারে ক্যারেক্টার বাই ক্যারেক্টার ট্রান্সমিট হয় এবং ক্যারেক্টারসমূহের ট্রান্সমিশনের মধ্যে সময় বিরতি সমান নয়, তাকে অ্যাসিনক্রোনাস ট্রান্সমিশন বলে। যেহেতু ক্যারেক্টার বিটগুলো এক্ষেত্রে ধারাবাহিকভাবে ক্যারেক্টার বাই ক্যারেক্টার ট্যান্সমিট হয়, প্রতি ক্যারেক্টারের শুরুতে একটি স্টার্ট বিট এবং শেষে একটি অথবা দুটি স্টপ বিট যুক্ত থাকে। অ্যাসিনক্রোনাস ট্রান্সমিশনে বিরতির সময় সমান নয়, প্রাথমিক স্টোরেজ ডিভাইস প্রয়োজন হয় না। অ্যাসিনক্রোনাস ট্রান্সমিশন এর ব্যবহার: কম্পিউার থেকে প্রিন্টারে, পাঞ্চ কার্ড রিডার থেকে কম্পিউটারে, কম্পিউটার থেকে পাঞ্চ কার্ড রিডারে, কীবোর্ড থেকে কম্পিউটারে, টার্মিনাল হতে সিপিইউতে।

- ✓ **সিনক্রোনাস ট্রান্সমিশন :** গ্রিক শব্দ Syn অর্থ সময়ের সাথে Chronous হলো সময়। অর্থাৎ, সময়ের সাথে। যে পদ্ধতিতে প্রথমে প্রেরক স্টেশনের প্রাইমারি স্টোরেজ ডিভাইসে ডেটাকে সংরক্ষণ করা হয় এবং ডেটার ক্যারেক্টারসমূহকে ব্লক (যাকে প্যাকেটও বলা হয়) আকারে ভাগ করে সমান বিরতিতে প্রতিবারে একটি করে ব্লক ট্রান্সমিট করা হয় তাকে সিনক্রোনাস ট্রান্সমিশন বলে। প্রতিটি ব্লকে কমপক্ষে ৮০ থেকে ১৩২টি ক্যারেক্টর থাকে। প্রতিটি ব্লকের শুরুতে একটি হেডার এবং শেষে একটি ট্রেইলার ইনফরমেশন সিগন্যাল যুক্ত থাকে। দু'টি ব্লকের মাঝখানে সময় বিরতি সর্বদাই সমান। প্রাথমিক স্টোরেজ ডিভাইস প্রয়োজন হয়। সিনক্রোনাস ট্রান্সমিশন এর ব্যবহার : কম্পিউটার থেকে কম্পিউটারে ডেটা স্থানান্তর।

✓ **আইসোক্রোনাস ট্রান্সমিশন :** গ্রিক শব্দ Iso অর্থ সমান আর Chronous অর্থ সময়, একসাথে হলো সমান সময়। যে পদ্ধতিতে প্রেরক ও প্রাপক স্টেশনের মধ্যে ডেটা ট্রান্সমিশনের সময় একই অর্থাৎ কোনো প্রকার দেরি ছাড়া একক সময়ে সমস্ত ডেটা ব্লক বা প্যাকেট ট্রান্সফার করা হয় তাকে আইসোক্রোনাস ডেটা ট্রান্সমিশন মেথড বলে। সাধারণত রিয়েল টাইম এপ্লিকেশনের ডেটা ট্রান্সফারে এ পদ্ধতি বেশি ব্যবহৃত হয়। যেমন- লাইভ টিভি সম্প্রচার, স্ট্রিমিং ভিডিও ইত্যাদি। প্রকৃতপক্ষে আইসোক্রোনাস পদ্ধতিটি হলো সিনক্রোনাস এবং অ্যাসিনক্রোনাস এই দুই পদ্ধতির সমন্বিত একটি ডেটা ট্রান্সমিশন মেথড যেখানে ডেটা সিনক্রোনাসের মতো ব্লক আকারে কিন্তু অ্যাসিনক্রোনাসের প্রাইমারি ডিভাইসে ডেটা সংরক্ষণ না করে যখন প্রয়োজন তখনই পাঠাতে সক্ষম হয়।

ডেটা ট্রান্সমিশন মোড

□ **ডেটা ট্রান্সমিশন মোড :** ডেটা আদান-প্রদানের ব্যবস্থাকে ডেটা ট্রান্সমিশন মোড বলা হয়। মোড দ্বারা ডেটা কিভাবে স্থানান্তরিত হয় তা জানা যায়। ডেটা ট্রান্সমিশন মোড ডেটা স্থানান্তরের ক্ষেত্রে ডেটার প্রবাহের দিককে নির্দিষ্ট করে। অর্থাৎ উৎস থেকে গন্তব্যে ডেটা স্থানান্তরের ক্ষেত্রে ডেটা প্রবাহের দিককে ডেটা ট্রান্সমিশন মোড বলে।

দিকের বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে ডেটা ট্রান্সমিশন মোডকে সাধারণত তিন ভাগে ভাগ করা হয়। যথা-

১. একমুখী বা সিমপ্লেক্স মোড
২. অর্ধ-দ্বিমুখী বা হাফ-ডুপ্লেক্স মোড
৩. উভমুখী বা ফুল-ডুপ্লেক মোড

✓ **একমুখী বা সিমপ্লেক্স মোড :** যে পদ্ধতিতে ডেটা শুধু একদিকে প্রেরণ করা যায় তাকে সিমপ্লেক্স মোড বলে। অর্থাৎ প্রেরক প্রাপকের কাছে ডেটা পাঠাতে পারে, কিন্তু প্রাপক প্রেরকের নিকট ডেটা পাঠাতে পারে না। এ পদ্ধতিতে একটি প্রেরক কম্পিউটার সবসময় অন্য কম্পিউটারে ডেটা পাঠায় এবং প্রাপক ডেটা গ্রহণ করে। উদাহরণ- রেডিও, টেলিভিশন।

✓ **অর্ধ-দ্বিমুখী বা হাফ-ডুপ্লেক্স মোড :** যে পদ্ধতিতে উভয় দিক থেকে ডেটা আদান-প্রদানের ব্যবস্থা থাকে কিন্তু একসাথে সম্ভব নয় তাকে অর্ধ-দ্বিমুখী বা হাফ ডুপ্লেক্স মোড বলে । অর্থাৎ প্রেরকের ডেটা পাঠানো সম্পন্ন হলে প্রাপক ডেটা পাঠাতে পারবে। উদাহরণ- ওয়াকিটকি, ফ্যাক্স। ওয়াকিটকি একটি হাফ-ডুপ্লেক্স ডিভাইস।

✓ **উভমুখী বা ফুল-ডুপ্লেক মোড :** যে পদ্ধতিতে ডেটা একই সাথে উভয় দিকে আদান প্রদান করা যায় তাকে ফুল-ডুপ্লেক্স বলে। অর্থাৎ প্রেরক ও প্রাপক উভয়ই এক সাথে ডেটা আদান-প্রদান করতে পারে। এক্ষেত্রে যে কোনো প্রান্ত একই সময়ে ডেটা প্রেরণ করার সময় ডেটা গ্রহণও করতে পারে। উদাহরণ- ল্যান্ডফোন, মোবাইল ফোন।

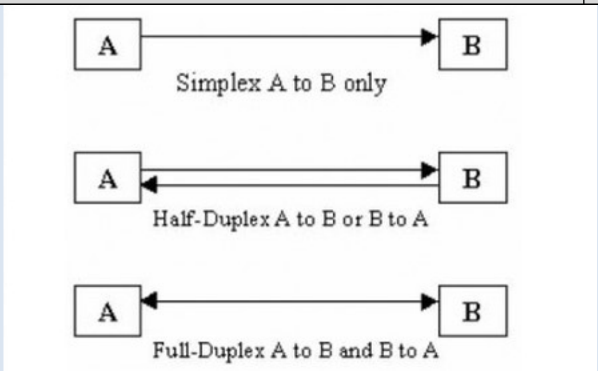
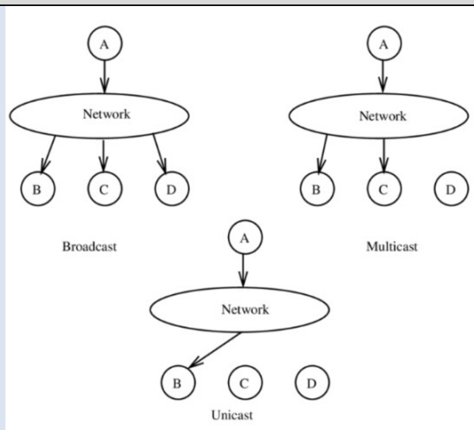
প্রাপকের সংখ্যা ও ডেটা গ্রহণের অধিকারের উপর ভিত্তি করে ডেটা ট্রান্সমিশন মোডকে আবার তিন ভাগে ভাগ করা হয়। যথা- :-

১. ইউনিকাস্ট মোড
২. ব্রডকাস্ট মোড
৩. মাল্টিকাস্ট মোড

✓ **ইউনিকাস্ট মোড :** যে ট্রান্সমিশন পদ্ধতিতে একজন প্রেরক থেকে একজন প্রাপকের মধ্যে ডেটা আদান-প্রদান হয়ে থাকে তাকে ইউনিকাস্ট ট্রান্সমিশন মোড বলে। অর্থাৎ এ পদ্ধতিতে একটি প্রেরক থেকে শুধুমাত্র একটি প্রাপকই ডেটা গ্রহণ করতে পারে। ইউনিকাস্ট সিমপ্লেক্স, হাফ-ডুপ্লেক্স ও ফুল-ডুপ্লেক্স হতে পারে। উদাহরণ- ফ্যাক্স, মোবাইল ফোন।

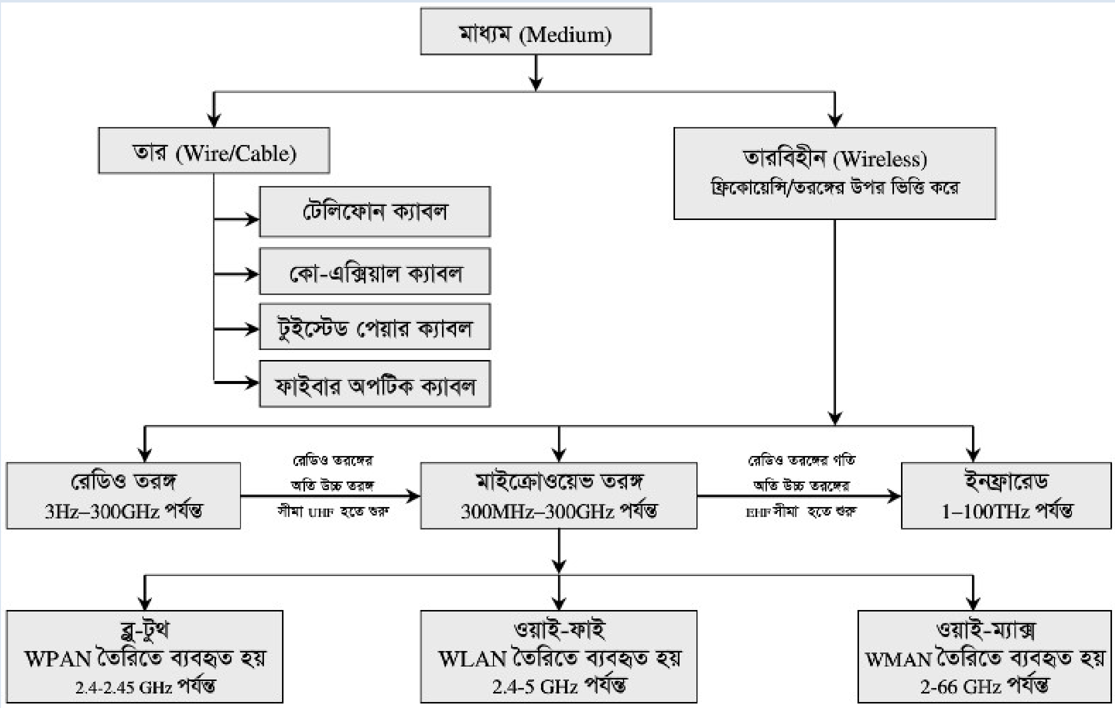
✓ **ব্রডকাস্ট মোড :** যে ট্রান্সমিশন ব্যবস্থায় নেটওয়ার্কের কোনো একটি নোড থেকে ডেটা প্রেরণ করলে তা নেটওয়ার্কের অধীনস্থ সকল নোডই গ্রহণ করে তাকে ব্রডকাস্ট মোড বলে। যেমন- টিভি সম্প্রচার কেন্দ্র থেকে কোনো অনুষ্ঠান সম্প্রচার করলে তা সকলেই দেখতে পারে। ব্রডকাস্ট ট্রান্সমিশন শুধুমাত্র সিমপ্লেক্স হয়ে থাকে।

✓ **মাল্টিকাস্ট মোড :** যে ট্রান্সমিশন ব্যবস্থায় নেটওয়ার্কের কোনো একটি নোড থেকে ডেটা প্রেরণ করলে তা যদি শুধুমাত্র নির্দিষ্ট একটি গ্রুপের সকল সদস্য গ্রহণ করতে পারে তাকে মাল্টিকাস্ট মোড বলে। মাল্টিকাস্ট হাফ-ডুপ্লেক্স ও ফুল-ডুপ্লেক্স হয়ে থাকে। উদাহরণ- গ্রুপ এসএমএস।

<table>
<tr><th>ডেটা প্রবাহের উপর ভিত্তি করে</th><th>প্রাপকের সংখ্যা ও ডেটা গ্রহণের অধিকারের উপর ভিত্তি করে</th></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
</table>

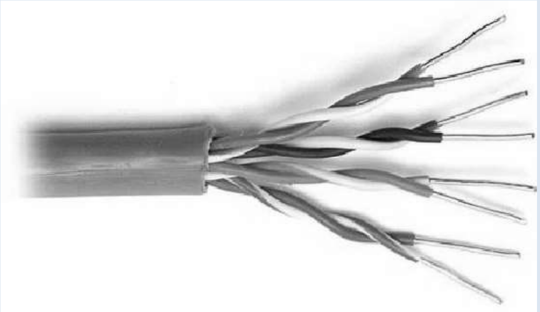
ডেটা কমিউনিকেশন মাধ্যম

□ **মাধ্যম :-** যার মধ্য দিয়ে উৎস থেকে গন্তব্যে ডেটা বা তথ্য ট্রান্সমিশন বা স্থানান্তরিত হয় তাকে ডেটা কমিউনিকেশন মিডিয়া বা মাধ্যম বলে। **মাধ্যম দুই প্রকার। যথা:- ১। তার মাধ্যম, ২। তারবিহীন মাধ্যম।**



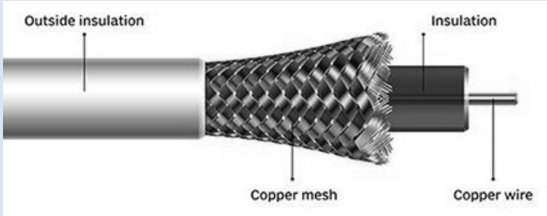
→ **তার মাধ্যম :** টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল, কো-এক্সিয়াল ক্যাবল, ফাইবার অপটিক ক্যাবল।

✓ **টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল :** ডেটা ট্রান্সমিট করার জন্য দুটি পরিবাহী কপার বা অ্যালুমিনিয়ামের তারকে সুষমভাবে পেঁচিয়ে তৈরি করা ক্যাবলকে টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল বলে। টেলিফোন লাইনের কানেকশন বা স্বল্প খরচে কম দূরত্বে নেটওয়ার্ক তৈরির জন্য এ ক্যাবলটি ব্যবহৃত হয়। মোড়ানো কপার তার দু'টিকে পৃথক করার জন্য মাঝে অপরিবাহী পদার্থ (ইনসুলেটর) ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এ ক্যাবলে সাধারণত ৪ জোড়া তার একসাথে থাকে এবং প্রতি জোড়ায় একটি কমন রঙের (সাদা) হয় এবং বাকি তারগুলো হয় ভিন্ন রঙের (নীল, সবুজ, কমলা ও বাদামি)। এটি অন্যান্য ক্যাবলের চেয়ে দামে সস্তা, সহজে স্থাপন করা যায়।



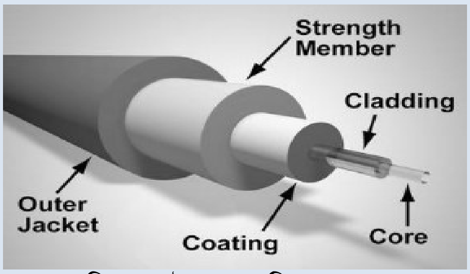
চিত্র : টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল

✓ **কো-এক্সিয়াল ক্যাবল :** সাধারণত ডিশ টিভি, সিসিটিভি ক্যামেরা এবং কমার্শিয়াল ভিডিও কম্পোজিটে ব্যবহৃত হওয়া মূলত তিন স্তরবিশিষ্ট তামা বা কপার নির্মিত ক্যাবলকে কো-এক্সিয়াল ক্যাবল বলা হয়। এর কেন্দ্রে থাকে একটি সলিড কপার ওয়্যার বা তারের কন্ডাক্টর এবং তারটিকে বৃত্তাকারে ঘিরে জড়ানো থাকে অপরিবাহী প্লাস্টিক ফোমের ইনস্যুলেশন। ইনস্যুলেশন ফোমের চারপাশে তামার তারের জাল বা নেট আকৃতির পরিবাহী তার বা শিল্ড দ্বারা জড়ানো থাকে এবং বাইরে আপরিবাহী প্লাস্টিকের জ্যাকেট দিয়ে ঢাকা থাকে। কো-এক্সিয়াল ক্যাবলের মধ্য দিয়ে ডিজিটাল ও অ্যানালগ দুই ধরনের ডেটাই প্রেরণ করা যায়।



চিত্র : কো-এক্সিয়াল ক্যাবল

✓ **ফাইবার অপটিক ক্যাবল :** সিলিকা, কাচ অথবা প্লাস্টিক-এর এক ধরনের পাতলা স্বচ্ছ তন্তু (সুতা) দিয়ে তৈরি যে শক্তিশালী মাধ্যম দিয়ে আলোর গতিতে ডেটা আদান-প্রদান করানো যায়, তাকে ফাইবার অপটিক বা অপটিক্যাল ফাইবার বলা হয়। ফাইবার অপটিক্যাল ক্যাবল অত্যন্ত দ্রুত ডেটা আদান-প্রদানের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের প্রযুক্তি কাজে লাগিয়ে অপটিক্যাল ফাইবার কাজ করে। এ ক্যাবলের বিশেষত্ব হলো, এটি ইলেক্ট্রনিক্যাল সিগন্যালের পরিবর্তে আলোক বা লাইট সিগন্যাল ট্রান্সমিক করে। এ ক্যাবলের মাধ্যমে ডেটা আদান-প্রদানের জন্য লেজার রশ্মি ব্যবহার করা হয়। অপটিক্যাল ফাইবারের ৩টি স্তর থাকে। যথা- কোর, ক্ল্যাডিং এবং জ্যাকেট।



চিত্র : ফাইবার অপটিক ক্যাবল

→ **তার বিহীন মাধ্যম :** রেডিও ওয়েব, মাইক্রোওয়েব (টেরিস্ট্রিয়াল ও স্যাটেলাইট), ইনফ্রারেড, ব্লুটুথ, ওয়াই-ফাই, ওয়াইম্যাক্স।

- ✓ **রেডিও ওয়েব :** ৩ কিলোহার্জ (KHz) থেকে ৩০০ গিগাহাজ্রর (GHz) মধ্যে সীমিত তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ (ইলেকট্রোম্যাগনেটিক স্পেকট্রাম)-কে বলা হয় রেডিও ওয়েভ। যদিও কার্যত রেডিও ওয়েভের ব্যবহার ১০ কিলোহার্জ থেকে ১ গিগাহার্জ ফ্রিকোয়েন্সির মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকতে দেখা যায়। এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যেও সীমা ১ মিমি থেকে ১০০ কি:মি পর্যন্ত বিস্তৃত হতে পারে। রেডিও ওয়েভ হলো এক ধরনের ওয়্যারলেস ট্রান্সমিশন মিডিয়া, যা রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি (RF) সিগন্যালের মাধ্যমে ডেটা ট্রান্সমিট করে থাকে। অন্যান্য সব তড়িৎ-চৌম্বকীয় বিকিরণের মত বেতার তরঙ্গও আলোর গতিতে ভ্রমণ করে। প্রাকৃতিক উপায়ে বেতার তরঙ্গ সৃষ্টি হয় সাধারণত বজ্রপাত বা মহাজাগতিক বস্তু থেকে। কৃত্রিমভাবে তৈরিকৃত বেতার তরঙ্গ মোবাইল টেলিযোগাযোগ, বেতার যোগাযোগ, সম্প্রচার, রাডার ও অন্যান্য দিকনির্দেশনা (navigation) ব্যবস্থা, কৃত্রিম উপগ্রহের সাথে যোগাযোগ, কম্পিউটার নেটওয়ার্কসহ অসংখ্য কাজে ব্যবহৃত হয়।

- ✓ **মাইক্রোওয়েব :** মাইক্রোওয়েভ হলো হাই-ফ্রিক্যুয়েন্সি রেডিও ওয়েভ। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক স্পেকট্রামের ৩০০ মেগাহার্জ (MHz) থেকে ৩০০ গিগাহার্জ (GHz) পর্যন্ত ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ডকে মাইক্রোওয়েভ বলে। তবে কার্যত ১ GHz বা তার চেয়ে বেশি ফ্রিক্যুয়েন্সিতে পাঠানো বিদ্যুৎ চুম্বকীয় তরঙ্গকে বলা হয় মাইক্রোওয়েভ। দূরপাল্লায় ডেটা ট্রান্সমিশন-এ মাইক্রোওয়েভ অত্যন্ত জনপ্রিয় পদ্ধতি। মাইক্রোওয়েভ সিস্টেম মূলত দু'টো ট্রান্সসিভার (Transceiver) নিয়ে গঠিত। এর একটি সিগন্যাল ট্রান্সমিট (Transmit) এবং অন্যটি রিসিভ (Receive) করে। দুটি ট্রান্সসিভার-এর মাঝে মাইক্রোওয়েভের এন্টিনা (Antenna) থাকে, যাতে সিগন্যাল বেশি দূরত্ব অতিক্রম করে এবং পথিমধ্যে কোনো বস্তু প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করতে না পারে। মাইক্রোওয়েভ বাঁকাপথে চলাচল করতে পারে না এবং প্রেরক ও প্রাপকের মধ্যে কোনো বাধা থাকলে ডেটা স্থানান্তর সম্ভব হয় না।
  মাইক্রোওয়েভ যোগাযোগ দু'ধরনের হতে পারে :

  ক. টেরিস্ট্রোরিয়াল মাইক্রোওয়েভ : এ প্রযুক্তিতে ভূ-পৃষ্ঠেই ট্রান্সমিটার ও রিসিভার বসানো হয়। এতে মেগাহার্জ সীমার নিচের দিকে ফ্রিক্যুয়েন্সি ব্যবহার করা হয়। ট্রান্সমিটার ও রিসিভার মুখোমুখি (LOS- Line Of Sight) যোগাযোগ করে থাকে এবং সিগন্যাল বাধা অতিক্রম করতে পারে না এবং বক্রপথে যেতে পারে না। তরঙ্গের সিগন্যাল ঠিক রাখার জন্য ১০ KM থেকে ১০০ KM দূরত্বের মধ্যে রিপিটার স্থাপন করতে হয়। স্বল্প দূরত্বের মধ্যে অধিক ফ্রিক্যুয়েন্সিতে ডেটা আদান-প্রদানের জন্য টেরিস্ট্রোরিয়াল মাইক্রোওয়েভ ব্যবহার করা হয়।

  খ. স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ : এ প্রযুক্তিতে যোগাযোগে স্যাটেলাইটের (উপগ্রহের) সহায়তা নিতে হয়। রকেটের মাধ্যমে বিশেষ প্রযুক্তি ব্যবহার করে স্যাটেলাইটকে পৃথিবী থেকে (৩৬০০০ কি.মি.) ২২,২৩০ মাইল উপরে জিওসিনক্রোনাস অরবিটে স্থাপন করা হয়। যেখানে ক্যাবলের মাধ্যমে যোগাযোগ স্থাপন করা সম্ভব নয় সেখানে স্যাটেলাইট ট্রান্সমিশন ব্যবহৃত হয়। স্যাটেলাইটে ট্রান্সমিটার, রিসিভার, শক্তিশালী রিসিভার ট্রান্সমিটার অ্যান্টেনা VSAT (Verz Small Aperture Terminal), সোলার পাওয়ার থাকতে হয়। পৃথিবীর যে কোনো প্রান্তে খুব তাড়াতাড়ি কম খরচে যোগাযোগ করা যায়। টেলিভিশন চ্যানেলগুলোর বিশ্বময় সরাসরি সম্প্রচার, আন্তঃমহাদেশীয় দূরবর্তী টেলিফোন কল করা এবং ইন্টারনেটে সিগন্যাল পাঠানোর জন্য স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ প্রযুক্তির ব্যবহার করা হয়।

- ✓ **ইনফ্রারেড :** ডিভাইস থেকে ডিভাইসে তথ্য পাঠানোর জনপ্রিয় প্রযুক্তি/মাধ্যম হলো ইনফ্রারেড। এ প্রযুক্তিতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের মাধ্যমে তড়িচ্চুম্বকীয় প্রদ্ধতিতে তথ্য পাঠানো হয়ে থাকে। ইনফ্রারেডের ডেটা পারাপারের গতি ক্যাবল মাধ্যমের তুলনায় কম। তবে এটি স্বল্প বিদ্যুৎ খরচে যেকোনো ডিভাইসের সাথে সমন্বিতভাবে কাজ করতে পারে। এটি এক কক্ষ থেকে অন্য কক্ষে দেয়াল ভেদ করে চলাচল করতে পারে না। সূর্যোলোক, কুয়াশা, বৃষ্টি, খারাপ আবহওয়াতে ইনফ্রারেড প্রযুক্তিতে ডেটা প্রেরণে সমস্যা দেখা দেয়। রাস্তার ট্রাফিক সংকেত, গৃহসামগ্রী ও বিভিন্ন ধরনের খেলনায় এর ব্যবহার রয়েছে।

- ✓ **ব্লুটুথ :** ব্লুটুথ হচ্ছে এমন এক প্রযুক্তি যা স্বল্প দূরত্বের মধ্যে তারবিহীনভাবে দুটি ডিভাইসের মধ্যে ডেটা আদান-প্রদান করে থাকে। ব্লুটুথ নেটওয়ার্কটির ব্যান্ডউইথ ও নিরাপত্তা ব্যবস্থা তুলনামূলক কম হলেও এটি বহুল ব্যবহৃত। যে সব ডিভাইসে এই পদ্ধতি রয়েছে সেগুলোকে ব্লুটুথ ডিভাইস বলে। বর্তমানে ল্যাপটপ, ট্যাব, স্মার্ট ফোনে ব্লুটুথ প্রযুক্তি আগে থেকে দেওয়া থাকে। এছাড়া ইদানীং মাউস, কীবোর্ড, হেডফোন সেট, স্পীকার ইত্যাদিতেও ব্লুটুথ ব্যবহৃত হয়। ব্লুটুথ এর মাধ্যমে তৈরি নেটওয়ার্ক হচ্ছে প্যান এবং এর ব্যাপ্তি ৩ থেকে ১০ মিটার হয়ে থাকে। এটি স্থাপন করা সহজ ও স্বয়ংক্রিয়ভাবে কানফিগারেশন করা যায়।

- **ওয়াই-ফাই :** Wi-Fi শব্দের অর্থ হলো Wireless Fidelity। কম্পিউটার/ডিজিটাল বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিগুলোকে তারবিহীন উপায়ে ইন্টারনেটে সংযুক্ত করার একটি প্রযুক্তি হলো ওয়াই-ফাই। ওয়াই-ফাই হলো জনপ্রিয় একটি ওয়্যারলেস নেটওয়ার্ক প্রযুক্তি, যেটি তারবিহীন উচ্চগতির ইন্টারনেট ও নেটওয়ার্ক সংযোগে বেতার তরঙ্গকে ব্যবহার করে থাকে। এটি একটি তারবিহীন স্ট্যান্ডার্ড, যা প্রযুক্তিগতভাবে নামে পরিচিত। ওয়াই-ফাই ব্যবহৃত বিভিন্ন ডিভাইস যেমন- ল্যাপটপ, ভিডিও গেম কনসোল, স্মার্টফোন কিংবা ডিজিটাল অডিও প্লেয়ার প্রভৃতি একটি ওয়্যারলেস নেটওয়ার্ক অ্যাকসেস পয়েন্টের মাধ্যমে ইন্টারনেটের সাথে যুক্ত হতে পারে।

- **ওয়াইম্যাক্স :** ওয়াইম্যাক্স প্রযুক্তি হলো বর্তমান সময়ের সর্বাধুনিক উচ্চগতির ব্রডব্যান্ড ইন্টারনেট প্রটোকল সার্ভিস, যা তারবিহীন ব্যবস্থায় ১০ থেকে ৫০ কি.মি পর্যন্ত ইন্টারনেট সুবিধা প্রদান করতে পারে। ওয়াইম্যাক্স এর পূর্ণরূপ হলো - **Worldwide Interoperability for Microwave Access**। এটি প্রচলিত প্রযুক্তি এবং তারযুক্ত ইন্টারনেটের পরিবর্তে দ্রুতগতির তারবিহীন ইন্টারনেট সুবিধা প্রদান করে। ওয়াইম্যাক্সের মাধ্যমে অনেক বেশি ব্যবহারকারী বহুদূর পর্যন্ত উচ্চগতিতে ব্রডব্যান্ড ইন্টারনেট সেবা পেয়ে থাকে। প্রত্যন্ত অঞ্চল যেখানে সাধারণত ব্রডব্যান্ড সেবার কথা কল্পনাও করা যায় না, সেখানে বিনা তারে ওয়াইম্যাক্সের মাধমে ব্রডব্যান্ড ইন্টারনেট সেবা দেয়া যায়। ওয়াইম্যাক্স সেবা ব্যবহার করার জন্য কর্তৃপক্ষের অনুমতির প্রয়োজন হয়।

মোবাইল যোগাযোগ

□ **মোবাইল যোগাযোগ :** একাধিক চলনশীল ডিভাইস অথবা একটি চলনশীল ও অন্যটি স্থির ডিভাইসের মধ্যে ডেটা/তথ্য আদান-প্রদান এর জন্য ব্যবহৃত কমিউনিকেশন সিস্টেমকে মোবাইল কমিউনিকেশন বলা হয়।

□ **মোবাইল ফোনের প্রজন্ম (Mobile Phone Generation) :** মোবাইল ফোনের উন্নয়ন ও বিকাশ লাভের জন্য অনেকগুলো ধাপ বা পর্যায় অতিক্রম করতে হয়েছে। অতিক্রমের একেকটি ধাপ বা পর্যায় হলো মোবাইল ফোন প্রজন্ম বা জেনারেশন। একেকটি প্রজন্ম পরিবর্তনের সময় কিছু নতুন বৈশিষ্ট্য সংযোজিত হয় এবং পুরনো বৈশিষ্ট্যগুলোর বিলুপ্তি ঘটে। মোবাইল ফোনের প্রজন্মকে চারটি শ্রেণিতে ভাগ করা হয়ে থাকে। যথা-

১. প্রথম প্রজন্ম (1st Generation-1G)
২. দ্বিতীয় প্রজন্ম (2nd Generation-2G)
৩. তৃতীয় প্রজন্ম (3rd Generation-3G)
৪. চতুর্থ প্রজন্ম (4th Generation-4G)

➢ **প্রথম প্রজন্মের মোবাইল সিস্টেমের বৈশিষ্ট্য :**

১. অ্যানালগ পদ্ধতিতে রেডিও সিগন্যাল ব্যবহৃত হতো।
২. সেলুলার নেটওয়ার্কের প্রবর্তন। আন্তর্জাতিক রোমিং সুবিধা না থাকা।
৩. বেজ স্টেশন ও মোবাইল ফোন দুটি ভিন্ন ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহার করে।
৪. অর্ধপরিবাহী মেমোরি এবং মাইক্রোপ্রসেসরের ব্যবহার।
৫. প্রথম দিকে মোবাইল ফোনগুলোর ওজন বেশি হলেও ধীরে ধীরে হালকা মোবাইল ফোন তৈরি হতে থাকে।
৬. চ্যানেল এক্সেসেস পদ্ধতি হল FDMA ।
৭. আকার তুলনামূলকভাবে বড় এবং ওজন বেশি।
৮. কথোপকথন চলা অবস্থায় ব্যবহারকারীর অবস্থানের পরিবর্তন হলে সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়।

➢ **দ্বিতীয় প্রজন্মের মোবাইল সিস্টেমের বৈশিষ্ট্য :**

১. এ প্রজন্মের ট্রান্সমিশন সিস্টেম ডিজিটাল পদ্ধতি এবং Noise মুক্ত।
২. ডেটা আদান-প্রদানে ত্রুটি নির্ণয় ও ত্রুটি সংশোধন হতে থাকে।
৩. ভয়েস প্রেরণের সুবিধা চালু হয়।
৪. চ্যানেল একসেস পদ্ধতি হলো- FDMA, TDMA ও CDMA।
৫. মোবাইল ফোনেই পেমেন্ট সিস্টেমের প্রবর্তন।
৬. MMS (Multimedia Message Service), SMS সেবা চালু হয়।
৭. সীমিতভাবে আন্তর্জাতিক রোমিং সুবিধা এবং মোবাইল ফোনে ফোনে ইন্টারনেট ব্যবহার সুবিধা।
৯. ডেটার নিরাপত্তার জন্য এনক্রিপশন ব্যবস্থা।

➢ **তৃতীয় প্রজন্মের মোবাইল সিস্টেমের বৈশিষ্ট্য :**

১. ডেটা ট্রান্সমিশনের জন্য সার্কিট স্যুইচিংয়ের বদলে প্যাকেট স্যুইচিংয়ের প্রবর্তন।
২. ভয়েস ও ডেটা ট্রান্সমিশনের জন্য ডিজিটাল সিস্টেমের ব্যবহার।
৩. সেল সিগন্যাল এনকোডিং বা চ্যানেল একসেস পদ্ধতি হল TD-CDMA
৪. উচ্চগতির ডেটা স্থানান্তর (2 Mbps বা অধিক) এবং আন্তর্জাতিক রোমিং সুবিধা।
৫. WCDMA,CDMA2000 1xEV-DO, HSPA, HSDPA, UMTS প্রযুক্তির ব্যবহার বিকাশ লাভ করেছে।
৬. খুব দ্রুত ছবি ও ভয়েস আদান-প্রদান করা যায় এবং ভিডিও কলের প্রচলন শুরু।

➢ **চতুর্থ প্রজন্মের মোবাইল সিস্টেমের বৈশিষ্ট্য :**

১. এ প্রজন্মে সার্কিট সুইচিং বা প্যাকেট সুইচিং-এর পরিবর্তে ইন্টারনেট প্রটোকল (IP) নির্ভর নেটওয়ার্ক ব্যবহার।
২. ডেটা ট্রান্সফার রেট হবে সবচেয়ে বেশি।
৩. 4G এর গতি 3G এর চেয়ে প্রায় ৫০ গুণ বেশি।
৪. উচ্চগতির ফ্রিকোয়েন্সি এবং ত্রি-মাত্রিক ছবি প্রদর্শনের ব্যবস্থা।
৫. বিভিন্ন নেটওয়ার্কের মধ্যে পরিবর্তনের সময় নিরবচ্ছিন্ন যোগাযোগ থাকবে।
৬. উন্নতমানের মোবাইল টেলিভিশন দেখার উপযোগী হবে।

এস এম আইসিটি একাডেমি

ব্রাহ্মন্দী, নরসিংদী সদর, নরসিংদী।

01758-942318, 01831-750181

তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি

লেকচার : ২ (কম্পিউটার নেটওয়ার্কিং) ■ অধ্যায় : দ্বিতীয় (ডেটা কমিউনিকেশন ও কম্পিউটার নেটওয়ার্কিং)

কম্পিউটার নেটওয়ার্কিং

□ **নেটওয়ার্ক :** দুই বা ততোধিক ডিভাইসের মধ্যে তথ্য আদান-প্রদানের উদ্দেশ্যে সংযোগ ব্যবস্থাকে নেটওয়ার্ক বলা হয়।

□ **নেটওয়ার্ক ডিভাইস :-** কম্পিউটার নেটওয়ার্ক তৈরির জন্য কম্পিউটারগুলো যুক্ত করতে যেসব যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয় সেগুলোকে নেটওয়ার্ক ডিভাইস বলে।

- **মডেম :** প্রেরক ও প্রাপক যন্ত্র হিসেবে ব্যবহৃত যে ইলেকট্রনিক ট্রান্সমিশন সিস্টেম বা যন্ত্রের মাধ্যমে মডুলেশন ও ডিমডুলেশন প্রক্রিয়া সম্পন্ন করে এবং উৎস ও গন্তব্য কম্পিউটারের মধ্যে ডেটা আদান-প্রদানে সাহায্য করে তাকে মডেম বলে। ডিজিটাল সংকেতকে অন্যালগ সংকেতে রূপান্তরিত করাকে মডুলেশন বলে। অন্যালগ সংকেতকে ডিজিটাল সংকেতে রূপান্তরিত করাকে মডুলেশন বলে।
- **হাব :** হাব হলো নেটওয়ার্কের ডিভাইসসমূহের জন্য একটি সাধারণ কানেকশন পয়েন্ট। ল্যানের সেগমেন্টগুলো কানেক্ট করার জন্য সাধারণভাবে হাব ব্যবহৃত হয়। হাবের মধ্যে অনেকগুলো পোর্ট থাকে। ডেটা প্যাকেট একটি পোর্টে আসলে এটি অন্য পোর্টে কপি হয় যাতে ল্যানের সব সেগমেন্ট সব প্যাকেটসমূহ দেখতে পারে। স্টার টপোলজির ক্ষেত্রে হাব হচ্ছে কেন্দ্রীয় নিয়ন্ত্রণকারী ডিভাইস। হাবের দাম তুলনামূলকভাবে কম। এটি OSI মডেলে ফিজিক্যাল লেয়ারে কাজ করে এবং এটিকে একটি অবুদ্ধিমান ডিভাইস হিসেবে অভিহিত করা হয়।
- **সুইচ :** সুইচ একটি বহু পোর্টবিশিষ্ট নেটওয়ার্ক ডিভাইস যার মাধ্যমে নেটওয়ার্কের মধ্যে সার্ভার, ওয়ার্কস্টেশন এবং বিভিন্ন পেরিফেরাল ডিভাইসসমূহ সংযুক্ত থাকে। সুইচের মাধ্যমে প্রেরক কম্পিউটার থেকে সিগন্যাল নির্দিষ্ট প্রাপক কম্পিউটারে প্রেরণ করা যায়।
- **রাউটার :** এটি একটি বুদ্ধিমান ইন্টারনেটওয়ার্ক কানেকটিভিটি ডিভাইস যা লজিক্যাল এবং ফিজিক্যাল এড্রেস ব্যবহার করে দুই বা ততোধিক নেটওয়ার্ক সেগমেন্টের মধ্যে ডেটা আদান-প্রদানের ব্যবস্থা করে। রাউটার উৎস কম্পিউটার থেকে গন্তব্য কম্পিউটারে ডেটা প্যাকেট (ডেটার সমষ্টি) পৌঁছে দেয়। রাউটার বিভিন্ন ধরনের নেটওয়ার্ক যেমন ইথারনেট, টোকেন, রিং ইত্যাদিকে সংযুক্ত করতে পারে।
- **ব্রিজ :** একাধিক নেটওয়ার্ককে সংযুক্ত করে একটি বৃহৎ নেটওয়ার্ক গঠনের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত বিশেষ ধরনের ডিভাইসকে ব্রিজ বলে। তথ্য যোগাযোগের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত এক ধরনের নেটওয়ার্ক ডিভাইস বিশেষ। এ ডিভাইস একাধিক ল্যানের ভেতর সংযোগ স্থাপনের জন্য ব্যবহৃত হয়। ব্রিজকে প্রধানত তিন ভাগে ভাগ করা যায়।
- **গেটওয়ে :** যে কানেকটিভ ডিভাইস বিভিন্ন ধরনের আর্কিটেকচারের এবং প্রটোকলের (স্টার, রিং, বাস, মেশ, ট্রি ও হাইব্রিড) নেটওয়ার্কগুলোকে সংযুক্ত করার জন্য ব্যবহৃত হয় তাকে গেটওয়ে বলে।
- **রিপিটার :** নেটওয়ার্কে অন্তর্ভুক্ত কম্পিউটারের দূরত্ব বেশি হলে ক্যাবলের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত সিগন্যাল দুর্বল হয়ে পড়ে। এজন্য প্রবাহিত সিগন্যালকে পুনরায় শক্তিশালী এবং সিগন্যালকে আরো অধিক দূরত্বে অতিক্রম করার জন্য রিপিটার ব্যবহার করা হয়।

□ আকার, দূরত্ব ও ভৌগোলিক বিস্তৃতির ভিত্তিতে নেটওয়ার্কের প্রকারভেদ :

প্রকারভেদ	বর্ণনা
PAN	Bluetooth (IEEE 802.15) - পার্সোনাল ডিভাইসের মধ্যে তৈরি নেটওয়ার্ক।
LAN	Wi-Fi (IEEE 802.11) - একটি নির্দিষ্ট ভবন বা ক্যাম্পাসের মধ্যে একাধিক কম্পিউটার দ্বারা তৈরি নেটওয়ার্ক।
MAN	Wi-Max (IEEE 802.16) - একটি পুরো শহর বা বড় আকারের কোন এলাকাব্যাপী বিস্তৃত।
WAN	Internet - দূরবর্তী ল্যানসমূহকে নিয়ে গড়ে উঠা নেটওয়ার্ক।

- ✓ **PAN (Personal Area Network) :** পার্সোনাল এরিয়া নেটওয়ার্ক () হচ্ছে ক্ষুদ্র পরিসরে সীমাবদ্ধ একধরনের নেটওয়ার্ক । কম্পিউটারের সাথে মোবাইল ফোন, টেলিফোন বা অন্যান্য ডিজিটাল ডিভাইসের মধ্যকার নেটওয়ার্ক একধরনের পার্সোনাল এরিয়া নেটওয়ার্ক । শুধু কম্পিউটার নয়, দুইটি মোবাইল ফোনের মাঝে ব্লু-টুথ দিয়ে ডাটা ট্রান্সফারের সময় যে নেটওয়ার্ক গঠিত হয় তাও পার্সোনাল এরিয়া নেটওয়ার্ক (PAN) । তাই ক্ষুদ্র পরিসরে সীমাবদ্ধ একাধিক ডিজিটাল ডিভাইসের মধ্যকার নেটওয়ার্ককেই পার্সোনাল এরিয়া নেটওয়ার্ক বলা যাবে । পার্সোনাল এরিয়া নেটওয়ার্ক তারযুক্ত বা তারবিহীন হতে পারে, তারবিহীন হলে তাকে ওয়্যারলেস পার্সোনাল এরিয়াা নেটওয়ার্ক (WPAN) বলা হয়, ব্লু-টুথ (Bluetooth) ওয়্যারলেস পার্সোনাল এরিয়া নেটওয়ার্কের একটি উদাহরণ।

- ✓ **LAN (Local Area Network) :** একটি নির্দিষ্ট ভবন বা ক্যাম্পাসে যদি এক বা একাধিক কম্পিউটার নেটওয়ার্কভুক্ত করা হয় তাহলে সেটিকে লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্ক বলে। এর সংক্ষিপ্ত রূপ হচ্ছে ল্যান। ল্যান এর অধীনে কোন একটি ভবনের একই তলায় অবস্থিত সকল কম্পিউটার থাকতে পারে অথবা কোন একটি কোম্পানির একই ভবনের কাছাকাছি ফ্লোরের কম্পিউটার গুলো ল্যানভুক্ত হতে পারে। ছোট-মাঝারি অফিস-আদালত ও ব্যবসা বাণিজ্যে এ নেটওয়ার্ক ব্যবহৃত হয়। এর মূল উদ্দেশ্য থাকে ডিভাইসসমূহের পরস্পরের মধ্যে তথ্য ও রিসোর্স শেয়ার করা। লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্কে সাধারণত হাব দিয়েই ডিভাইসসমূহ সংযুক্ত করা হয়। WiFi লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্কের একটি উদাহরণ ।

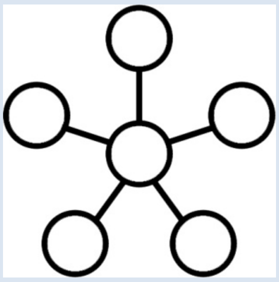
- ✓ **MAN (Metropolitan Area Network) :** মেট্রোপলিটন এরিয়া নেটওয়ার্ক হচ্ছে কতকগুলো ল্যান নেটওয়ার্ক এর সমন্বয় যা একটি পুরো শহর বা বড় আকারের কোন এলাকাব্যাপী বিস্তৃত। এক্ষেত্রে ল্যানসমূহ একই শহরে থাকে। এ ধরনের নেটওয়াকের মাধ্যমে বেশ উচ্চগতিতে বিভিন্ন নেটওয়ার্ক তাদের তথ্য শেয়ার করতে পারে। প্রধানত বিভিন্ন সরকারি অফিসে এই নেটওয়ার্ক ব্যবহার করা হয়। লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্কে বিভিন্ন ডিভাইস সরাসরি নেটওয়াকের সাথে যুক্ত, কিন্তু মেট্রোপলিটন এরিয়া নেটওয়ার্কে প্রতিটি সাইট যুক্ত থাকে নেটওয়ার্কে। WiMax মেট্রোপলিটন এরিয়া নেটওয়ার্কের একটি উদাহরণ ।

- ✓ **WAN (Wide Area Network)** : দূরবর্তী ল্যানসমূকে নিয়ে গড়ে উঠা নেটওয়ার্ককে ওয়াইড এরিয়া নেটওয়ার্ক বলে। ওয়াইড এরিয়া নেটওয়ার্ক হচ্ছে কতকগুলো কম্পিউটার বা ল্যান এর নেটওয়ার্ক যারা বিভিন্ন দূরত্বে অবস্থিত। ওয়ানের আওতায় কম্পিউটারগুলো কেবল একটি শহরেই থাকতে পারে অথবা এগুলো বিশ্বের বিভিন্ন প্রান্তে ছড়িয়ে ছিটিয়ে থাকতে পারে। WAN এর পুরো বিষয়টি নির্ভর করে ফিজিক্যাল লাইন, ফাইবার অপটিক ক্যাবল, স্যাটেলাইট ট্রান্সমিশন এর উপর। ওয়াইড এরিয়া নেটওয়াকের ট্রান্সমিশন মিডিয়া হিসেবে টেলিফোন লাইন, মাইক্রোওয়েভ বা স্যাটেলাইট কমিউনিকেশন সিস্টেম ব্যবহার করা হয়।

SM Sharif
Lecturer (ICT), SM ICT Academy

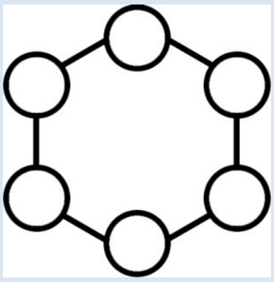
□ **নেটওয়ার্ক টপোলজি :** কম্পিউটার নেটওয়ার্কে একটি কম্পিউটার হতে অপর কম্পিউটারের সাথে Physical ও Logical সংযোগ ব্যবস্থাকেই নেটওয়ার্ক টপোলজি বলে। কম্পিউটার নেটওয়ার্কিং-এর জন্য মূলত ছয় ধরনের টপোলজি ব্যবহার করা হয়।

✓ স্টার টপোলজি (Star Topology) :



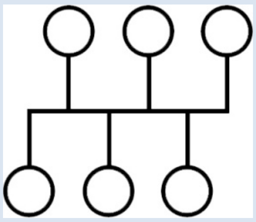
যে টপোলজি একটি কেন্দ্রীয় নিয়ন্ত্রণকারী কম্পিউটার বা হস্ত কম্পিউটারের সাথে অন্যান্য কম্পিউটার সংযুক্ত করে নেটওয়ার্ক গড়ে তোলে তাকে স্টার টপোলজি বলে। এক্ষেত্রে একটি কম্পিউটার কেন্দ্রীয় কম্পিউটারের মাধ্যমে তথ্য আদান প্রদান করে থাকে। এ টপোলজিতে কোনো একটি কম্পিউটার নষ্ট বা বিকল হলে নেটওয়ার্ক এর উপর কোনো প্রভাব পরে না। খুব সহজেই সমস্যায় আক্রান্ত কম্পিউটারটি সরিয়ে নেওয়া যায়। কিন্তু কেন্দ্রীয় ডিভাইসটি নষ্ট হলে পুরো নেটওয়ার্ক অচল হয়ে পরে।

✓ রিং টপোলজি (Ring Topology) :



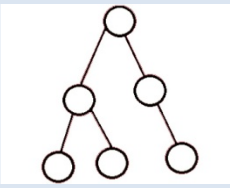
রিং টপোলজিতে প্রতিটি কম্পিউটার তার পার্শ্ববর্তী কম্পিউটারের সাথে সংযুক্ত থাকে। এভাবে রিং এর সর্বশেষ কম্পিউটারটি প্রথম কম্পিউটারের সাথে সংযুক্ত থাকে। এ ব্যবস্থায় কোনো কম্পিউটার ডেটা পাঠালে তা বৃত্তকার পথে ঘুরতে থাকে যতক্ষণ না পর্যন্ত প্রাপক কম্পিউটারটি ডেটা গ্রহণ করে। এ ব্যবস্থায় কোনো কেন্দ্রীয় কম্পিউটার থাকে না। এতে প্রতিটি কম্পিউটারের গুরুত্ব সমান। যে কোন একটি কম্পিউটার নষ্ট হয়ে গেলে পুরো নেটওয়ার্ক অচল হয়ে পরে।

✓ বাস টপোলজি (BusTopology) :



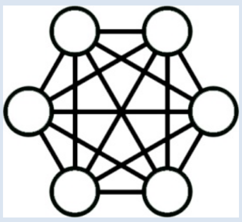
যে টপোলজিতে একটি মূল তারের সাথে সবকটি ওয়ার্কস্টেশন বা কম্পিউটারে সংযুক্ত থাকে তাকে বাস টপোলজি বলে। বাস টপোলজির প্রধান ক্যাবলটিকে বলা হয় ব্যাকবোন (Backbone)। সিগন্যাল যখন ব্যাকবোন এ চলাফেরা করে তখন শুধু প্রাপক কম্পিউটার সিগন্যাল গ্রহণ করে, বাকিরা একে অগ্রাহ্য করে। এ টপোলজি ছোট আকারের নেটওয়ার্কে ব্যবহার খুব সহজ, সাশ্রয়ী ও বিশ্বস্ত। এ সংগঠনে কোনো কম্পিউটার নষ্ট হয়ে গেলে সম্পূর্ণ সিস্টেম নষ্ট হয়ে যায় না। বাস টপোলজিতে একই নেটওয়ার্ক এ ভিন্ন ক্যাবল ব্যবহৃত হতে পারে।

✓ ট্রি টপোলজি (Tree Topology) :



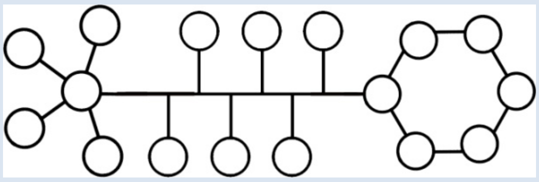
যে টপোলজিতে কম্পিউটারগুলো পরস্পরের সাথে গাছের শাখা-প্রশাখার মতো বিন্যস্ত থাকে তাকে ট্রি টপোলজি বলে। এ টপোলজিতে এক বা একাধিক স্থরের কম্পিউটার হোস্ট কম্পিউটারের সাথে সংযুক্ত থাকে। অর্থাৎ প্রথম স্থরের কম্পিউটারগুলো দ্বিতীয় স্থরের কম্পিউটারগুলোর হোস্ট হয়। একইভাবে দ্বিতীয় স্থরের কম্পিউটারগুলো তৃতীয় স্থরের কম্পিউটারগুলোর হোস্ট হয়। অফিস ব্যবস্থাপনার কাজে এ নেটওয়ার্ক টপোলজি খুবই উপযোগী। শাখা-প্রশাখা সৃষ্টির মাধ্যমে ট্রি টপোলজির নেটওয়ার্ক সম্প্রসারণ করা সহজ।

✓ মেশ টপোলজি (Mesh Topology) :



যে নেটওয়ার্ক ব্যবস্থায় প্রতিটি ওয়ার্কস্টেশনের সাথে আলাদা আলাদা লিংক বা বাস থাকে এবং প্রতিটি ওয়ার্কস্টেশন সরাসরি যে কোনো ওয়ার্কস্টেশনের সাথে ডেটা আদান-প্রদান করতে পারে তাকে মেশ বা পরস্পর সংযুক্ত নেটওয়ার্ক বলে। মেশ টপোলজির ক্ষেত্রে নেটওয়ার্কের অধীনস্ত প্রতিটি কম্পিউটার অন্য কম্পিউটারের সাথে সরাসরি যুক্ত থাকে। এ ব্যবস্থায় প্রতিটি কম্পিউটার সরাসরি যে কোনো কম্পিউটারে ডেটা আদান-প্রদান করতে পারে। একটি মেশ টপোলজিতে ৪টি নোড থাকলে সংযোগ সংখ্যা হবে (৩+২+১) = ৬টি।

✓ **হাইব্রিড টপোলজি (Hybrid Topology) :**



বাস, স্টার, রিং ইত্যাদি টপোলজির সমন্বয়ে গঠিত নেটওয়ার্ক টপোলজিকে বলা হয় হাইব্রিড টপোলজি। উদাহরণস্বরূপ ইন্টারনেট কে এ ধরনের টপোলজি হিসেবে অভিহিত করা যায়। কেননা ইন্টারনেট হলো বৃহৎ পরিসরের একটি নেটওয়ার্ক যেখানে সব ধরনের টপোলজির মিশ্রণ দেখা যায়। এ টপোলজিতে প্রয়োজন অনুযায়ী নেটওয়ার্ক বৃদ্ধি করার সুযোগ রয়েছে। কোনো সমস্যা দেখা দিলে তা সহজেই নির্ণয় করা সম্ভব হয়। কোনো একটি অংশ নষ্ট হয়ে গেলে সম্পূর্ণ নেটওয়ার্ক নষ্ট না হয়ে অংশবিশেষ নষ্ট হয়।

ক্লাউড কম্পিউটিং

□ **ক্লাউড কম্পিউটিং :** ইন্টারনেটনির্ভর কম্পিউটিং হচ্ছে ক্লাউড কম্পিউটিং। বিভিন্ন ধরনের কম্পিউটার রিসোর্স যেমন- নেটওয়ার্ক, সার্ভার, স্টোরেজ, সফটওয়্যার ও সার্ভিস নেটওয়ার্কের মাধ্যমে ক্রেতার সুবিধা অনুসারে, চাহিবামাত্র ও চাহিদা অনুসারে সহজে ব্যবহার করার সুযোগ প্রদান ও ভাড়া দেওয়ার সিস্টেম হলো ক্লাউড কম্পিউটিং। এটি অবকাঠামোগত, প্লাটফর্ম ও সফটওয়্যার সেবা প্রদান করে থাকে। ক্লাউড কম্পিউটিং এর মাধ্যমে কোন ধরনের সফটওয়্যার বসানো হবে, কীভাবে কাজ চালানো হবে, কম্পিউটারগুলো কীভাবে নিজেদের মধ্যে যোগযোগ করবে সবকিছুই ব্যবহারকারী নিজের ইচ্ছেমতো নিয়ন্ত্রণ করতে পারবে। এ ব্যবস্থায় ব্যবহারকারীর যত সুবিধা প্রয়োজন হয় সেবাদাতা তত পরিমাণ সেবা দিতে পারে, এতে ক্রেতার আগে থেকেই কোনো সেবা সংরক্ষণ করতে হয় না। ক্রেতা যতটুকু ব্যবহার করবে শুধুমাত্র ততটুকু মূল্য পরিশোধ করবে। এছাড়া এটি সবসময় ব্যবহার করা যায়। এটি মূলত একটি ব্যবসায়িক মডেল, যার দ্বারা ব্যবহারকারী সার্ভিস প্রদানকারী উভয়েই উপকৃত হয়।

ক্লাউড কম্পিউটিং হলো ক্রেতার তথ্য ও বিভিন্ন এপ্লিকেশনকে কোনো সেবাদাতার সিস্টেমে আউটসোর্স করার এমন একটি মডেল যাতে ৩টি বৈশিষ্ট্য থাকবে-

১. রিসোর্স স্কেলেবিলিটি : ক্রেতা যতো চাবে, সেবাদাতা ততোই অধিক পরিমাণে সেবা দিতে পারবে।
২. অন-ডিমান্ড সেবা : ক্রেতা যখন চাবে, তখনই সেবা দিতে পারবে। ক্রেতা তার ইচ্ছায় যখন খুশি তার চাহিদা বাড়াতে-কমাতে পারবে।
৩. পে-অ্যাজ-ইউ-গো : ক্রেতাকে আগে থেকে কোনো সার্ভিস রিজার্ভ করতে হবে না। ক্রেতা যা ব্যবহার করবে, তার জন্যই কেবল পয়সা দেবে।

তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি

লেকচার : ৩ (সৃজনশীল প্রশ্ন) ■ অধ্যায় : অধ্যায় : দ্বিতীয় (ডেটা কমিউনিকেশন ও কম্পিউটার নেটওয়ার্কিং)

সৃজনশীল প্রশ্ন

১। 'ক' কলেজের প্রশাসনিক ভবন, একাডেমিক ভবন, লাইব্রেরি ভবন এবং অন্যান্য কাজে ব্যবহৃত ভবনগুলো স্বল্প দূরত্বে অবস্থিত। বর্তমানে প্রতিটি ভবনের কম্পিউটারগুলো নিজস্ব নেটওয়ার্ক ব্যবস্থায় পারস্পরিক তথ্য আদান-প্রদান করতে পারে। অধ্যক্ষ মহোদয় এখন সকল কম্পিউটারকে একই নেটওয়ার্কের আওতায় আনার পরিকল্পনা গ্রহণ করলেন।

ক. পিকোনেট কী?
খ. 'ব্যবহারকারী এবং সার্ভিস প্রদানকারী উভয়ই লাভবান হয়ে থাকেন'। ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত কলেজের একাডেমিক ভবনের নেটওয়ার্ক ব্যবস্থা ব্যাখ্যা কর।
ঘ. অধ্যক্ষ মহোদয়ের পরিকল্পনা সবচেয়ে কম খরচে বাস্তবায়নের জন্য কোন ট্রান্সমিশন মিডিয়া উত্তম? যৌক্তিক ব্যাখ্যা কর।

২। জনাব 'ক' এর মোবাইলটি LTE স্ট্যান্ডার্ডে কাজ করে থাকে। জনাব 'ক' তাঁর মোবাইলে ধারণকৃত কিছু ছবি IEEE 802.15 স্ট্যান্ডার্ডের একটি বিশেষ প্রোটোকল ব্যবহার করে তাঁর বন্ধু জনাব 'খ' এর মোবাইলে প্রেরণ করেন।

ক. ডিমডুলেশন কী?
খ. হাব অপেক্ষা সুইচের দক্ষতা বেশি-ব্যাখ্যা কর।
গ. জনাব 'ক' এর মোবাইলটি কোন প্রজন্মের? এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।
ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ছবি প্রেরণের ক্ষেত্রে যে ধরনের নেটওয়ার্কটি ব্যবহৃত হয়েছে তা স্বল্প দূরত্বে কার্যকরী হলেও অধিক দূরত্বের ক্ষেত্রে উপযোগী নয়-মতামত দাও।

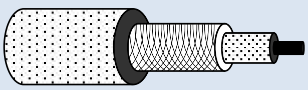
৩। সুমন স্যার শ্রেণিকক্ষে ক্যারেক্টার-বাই-ক্যারেক্টার আকারে ডেটা ট্রান্সমিশন মেথড সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের ধারণা দিলেন। তার ক্লাসে অনুপস্থিত শিক্ষার্থীদের অভিভাবকমন্ডলীকে অবগত করানোর জন্য তিনি ই-মেইল পাঠাতে IEEE 802-16 স্ট্যান্ডার্ড বিশিষ্ট একটি প্রযুক্তি ব্যবহার করলেন।

ক. WAN কী?
খ. ডেটা আদান-প্রদান একই সাথে সম্ভব-ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ডেটা ট্রান্সমিশন মেথডটি বর্ণনা কর।
ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত স্ট্যান্ডার্ডের প্রযুক্তিটি ব্যবহারের যৌক্তিকতা বিশ্লেষণ কর।

৪। আসাদ সাহেব তাঁর অফিসের কম্পিউটারগুলোর মধ্যে নেটওয়ার্ক স্থাপনের ক্ষেত্রে এমন এক ধরনের তার ব্যবহার করলেন যা বাঁকালে ডেটা লস হয়। তিনি দুইটি শাখা অফিসের জন্য IEEE 802-11 এবং IEEE 802-16 স্টান্ডার্ড ব্যবহার করেন।

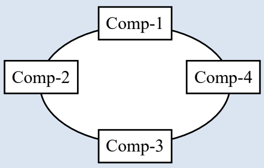
ক. ক্লাউড কম্পিউটিং কী?
খ. হাব ও সুইচের মধ্যে কোনটি ব্যবহার করা সুবিধাজনক? ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত তারটির গঠন ব্যাখ্যা কর।
ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত স্ট্যান্ডার্ড দুইটির মধ্যে তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর।

৫। নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

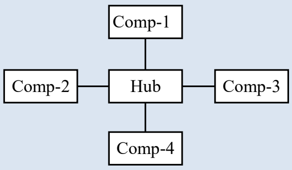


ক. ক্লায়েন্ট সার্ভার নেটওয়ার্ক কী?
খ. হাবের পরিবর্তে সুইচ ব্যবহার কি সুবিধা তা ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্দীপকের ক্যাবলটির বর্ণনা কর।
ঘ. উদ্দীপকের ক্যাবল হতে কোন ক্যাবলটি দ্রুত তথ্য আদান প্রদান করে তার সপক্ষে যুক্তি উপস্থাপন কর।

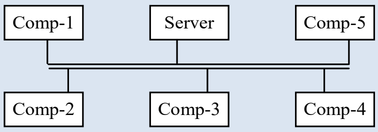
৬। নিচের চিত্রকল্পগুলো লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।



১নং চিত্র



২নং চিত্র



৩নং চিত্র

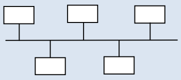
ক. রাউটার কী?

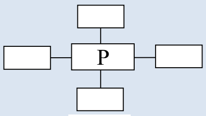
খ. "মোবাইল ফোনে একই সাথে কথা বলা ও শোনা যায়"– ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকে ২নং চিত্রে নেটওয়ার্কের কোন টপোলজি অনুসরণ করা হয়েছে? ব্যাখ্যা কর।

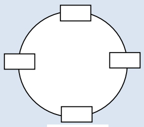
ঘ. উদ্দীপকের ১নং ও ৩নং চিত্রের টপোলজির মধ্যে কোনটি অধিক সুবিধাজনক? বিশ্লেষণ কর।

৭। নিচের চিত্রকল্পগুলো লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।


A



B


C

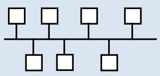
ক. হটস্পট কী?

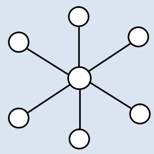
খ. অপটিক্যাল ফাইবার দ্রুতগতিতে ডেটা আদান–প্রদান করে– বুঝিয়ে বল।

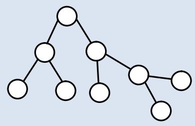
গ. B চিত্রে P চিহ্নিত ডিভাইসটির বর্ণনা দাও।

ঘ. A, B, C কে ব্যবহার করে নতুন টপোলজি তৈরি সম্ভব কি? তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও।

৮। নিচের চিত্রকল্পগুলো লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।


চিত্র-১


চিত্র-২


চিত্র-৩

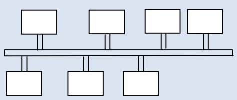
ক. ব্যান্ড উইডথ কী?

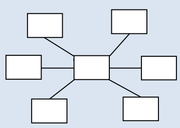
খ. পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন পদ্ধতিতে ডেটা চলাচল ব্যাখ্যা কর।

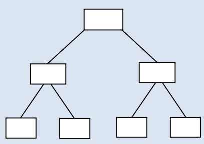
গ. চিত্র–১ ও চিত্র–২ সংযুক্ত করলে কোন ধরনের টপোলজি গঠিত হবে? ব্যাখ্যা কর।

ঘ. স্বল্প ব্যয়ে ল্যাবরেটরিতে ব্যবহারের জন্য উদ্দীপকের কোন টপোলজিটি অধিকতর উপযোগী? তুলনামূলক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

৯। নিচের চিত্রকল্পগুলো লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।


চিত্র–১


চিত্র–২


চিত্র–৩

ক. ডেটা ট্রান্সমিশন মোড কী?

খ. "স্বল্প দূরত্বে বিনা খরচে ডেটা স্থানান্তর সম্ভব"–ব্যাখ্যা কর।

গ. চিত্র-১ এর নেটওয়ার্ক টপোলজি ব্যাখ্যা কর।

ঘ. স্বল্পব্যয়ে ল্যাবরেটরিতে ব্যবহারের জন্য উদ্দীপকের কোন টপোলজিটি অধিকতর উপযোগী? তুলনামূলক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

এস এম আইসিটি একাডেমি

ব্রাহ্মন্দী, নরসিংদী সদর, নরসিংদী।
01758-942318, 01831-750181

তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি

লেকচার : ৪ (বহুনির্বাচনি প্রশ) ■ অধ্যায় : অধ্যায় : দ্বিতীয় (ডেটা কমিউনিকেশন ও কম্পিউটার নেটওয়ার্কিং)

বহুনির্বাচনি প্রশ

১. ডেটা কমিউনিকেশন কী?
ক. দুইটি ডিভাইসের মধ্যে তথ্যের বিনিময়
খ. মাধ্যমবিহীন তথ্যের প্রবাহ
গ. শুধুমাত্র তারযুক্ত তথ্যের প্রবাহ
ঘ. শুধুমাত্র কম্পিউটারনির্ভর যোগাযোগ ⓚ

২. কোনটি ট্রান্সমিশন সিস্টেমের উপাদান?
ক. ডিভাইস খ. জিপিএস
গ. রিসিভার ঘ. পার্সোনালডিজিটাল ⓖ

৩. ট্রান্সমিশন সিস্টেম থেকে ডেটা সিগন্যাল গ্রহণ করা কার কাজ?
ক. সেন্ডারের কাজ খ. রিসিভারের কাজ
গ. মডেমের কাজ ঘ. সিগন্যালের কাজ ⓖ

৪. ফটোডিটেক্টরের কাজ কী?
ক. অ্যানালগ সিগন্যালকে ডিজিটাল সিগন্যালে রূপান্তরিত করা
খ. ডিজিটাল সিগন্যালকে অ্যানালগ সিগন্যালে রূপান্তরিত করা
গ. বিদ্যুৎ শক্তিকে আলোক শক্তিতে রূপান্তরিত করা
ঘ. আলোক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করা ⓘ

৫. কমিউনিকেশন বলতে বুঝায়—
i. মেসেজ প্রেরণ ii. তথ্য গ্রহণের ক্ষমতা
iii. তথ্য প্রবাহ
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. ii ও iii খ. i ও iii
গ. i ও ii ঘ. i, ii ও iii ⓘ

৬. ব্যান্ডউইথ কী?
ক. ডেটা প্রবাহের হার খ. ডেটা প্রবাহের মাধ্যম
গ. ডেটা প্রবাহের দিক ঘ. ডেটা প্রবাহের পদ্ধতি ⓚ

৭. bps এর পূর্ণরূপ কী?
ক. bit per second খ. byte per second
গ. binary per second ঘ. bit per system ⓚ

৮. ডেটা স্থানান্তরের হারকে বলে–
ক. ব্যান্ড মিটার খ. ব্যান্ড উইথ
গ. ডেটা ট্রান্সমিশন ঘ. ডেটা কানেকশন ⓧ

৯. ভয়েস ব্যান্ড বেশি ব্যবহৃত হয় কোনটিতে?
ক. টেলিফোনে খ. টেলিগ্রাফে
গ. স্যাটেলাইটে ঘ. কম্পিউটারে ⓚ

১০. নিচের কোনটিতে ন্যারোব্যান্ড ব্যবহৃত হয়?
ক. টেলিফোন খ. টেলিগ্রাফ
গ. স্যাটেলাইট ফোন ঘ. ওয়াকিটকি ⓚ

১১. ভয়েস ব্যান্ড এর সর্বোচ্চ গতি কত?
ক. 6900 bps খ. 6900 kbps
গ. 9600 bps ঘ. 9600 kbps ⓖ

১২. ব্রডব্যান্ডের ব্যান্ডউইডথ কত?
ক. ১ mbps বা অধিক খ. ৯৬০০ bps
গ. ৪৫-৩০০ bps এর মধ্যে ঘ. ৪৫ bps এর কম ⓚ

১৩. একটি চ্যানেল দিয়ে 3 সেকেণ্ডে 8100 বিট স্থানান্তরিত হলে তার ব্যান্ডউইথ কত?
ক. 600 bps খ. 1800 bps
গ. 2700 bps ঘ. 5400 bps ⓖ

১৪. ন্যারো ব্রান্ডে সর্বনিম্ন ডেটা স্পিড কত বিপিএস?
ক. 35 খ. 45
গ. 200 ঘ. 300 ⓧ

১৫. ন্যারোব্যান্ড টেলিফোনের ক্ষেত্রে কত হার্টজফ্রিকোয়েন্সি প্রদান করে থাকে?
ক. ৩০০–৩০০০ খ. ৩০০–৩৪০০
গ. ৩০০–৩৫০০ ঘ. ৩০০–৪৪০০ ⓧ

১৬. ডেটা কমিউনিকেশনের গতিকে কয়ভাগে ভাগ করা যায়?
ক. ২ খ. ৩
গ. ৪ ঘ. ৫ ⓧ

১৭. কোনটি একমুখী ডেটা প্রবাহ?
ক. সিনক্রোনাস খ. হাফ-ডুপ্লেক্স
গ. আইসোক্রোনাস ঘ. সিমপ্লেক্স ⓘ

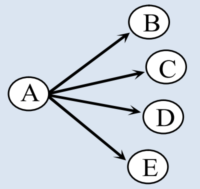
১৮. কম্পিউটার ও মাল্টিমিডিয়া প্রজেক্টরের মধ্যে ডেটা সঞ্চালন মোড কোনটি?
ক. সিমপ্লেক্স খ. হাফ-ডুপ্লেক্স
গ. ফুল-ডুপ্লেক্স ঘ. মাল্টিকাস্ট ⓚ

১৯. ডেটা ট্রান্সমিশন মোড কত প্রকার?
ক. ২ খ. ৩
গ. ৪ ঘ. ৫ ⓧ

২০. মোবাইল ফোন কোন পদ্ধতিতে ডেটা কমিউনিকেশন করে?
ক. সিমপ্লেক্স খ. হাফ ডুপ্লেক্স
গ. ফুল ডুপ্লেক্স ঘ. মাল্টিকাস্ট ⓖ

২১. নিচের কোন পদ্ধতিতে প্রেরক কম্পিউটার সব সময় অন্য কম্পিউটারে শুধুমাত্র ডেটা পাঠায়?
ক. সিমপ্লেক্স খ. ব্রডকাস্ট
গ. মাল্টিকাস্ট ঘ. হাফ-ডুপ্লেক্স ⓚ

২২. নিচের চিত্রটি কোন মোডের?



ক. সিমপ্লেক্স খ. হাফ ডুপ্লেক্স
গ. ফুল ডুপ্লেক্স ঘ. মাল্টিকাস্ট (ক)

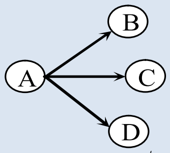
২৩. দুইজন ব্যক্তি মোবাইলে কথোপকথনের ক্ষেত্রে কোন মোড কাজ করে?
ক. ফুল-ডুপ্লেক্স খ. হাফ-ডুপ্লেক্স
গ. সিমপ্লেক্স ঘ. মাল্টিকাস্ট (ক)

২৪. সিমপ্লেক্স পদ্ধতির উদাহরণ কোনটি?
ক. মোবাইল খ. ওয়াকিটকি
গ. টেলিফোন ঘ. রেডিও (ঘ)

২৫. নিচের কোনটি সিমপ্লেক্স, হাফ ডুপ্লেক্স ও ফুল ডুপ্লেক্স মোডের নির্দেশক?
ক. মাল্টিকাস্ট মোড খ. ব্রড কাস্ট মোড
গ. ইউনিকাস্ট মোড ঘ. সেমি কাস্ট মোড (গ)

২৬. হাফ-ডুপ্লেক্স উদাহরণ কোনটি?
ক. রেডিও খ. মোবাইল
গ. টিভি ঘ. ওয়াকিটকি (ঘ)

২৭. নিচের চিত্রটি কোন মোডের–



ক. ব্রডকাস্ট খ. ফুল ডুপ্লেক্স
গ. হাফ-ডুপ্লেক্স ঘ. সিমপ্লেক্স (ক)

২৮. কোনটির মাধ্যমে একই সময়ে ডেটা দুদিকে যেতে পারে?
ক. Simplex খ. Half duplex
গ. Broad cast ঘ. Full duplex (ঘ)

২৯. ব্রডকাস্ট মোডের উদাহরণ হলো–
ক. টিভি সম্প্রচার খ. ভিডিও কনফারেন্সিং
গ. টেলিফোনে কথোপকথন ঘ. SMS প্রেরণ (ক)

৩০. গ্রুপ SMS প্রদান হলো–
ক. ইউনিকাস্ট খ. মাল্টিকাস্ট
গ. ব্রডকাস্ট ঘ. টেলিকাস্ট (খ)

৩১. কম্পিউটার থেকে কম্পিউটারে তথ্য আদান-প্রদানের সময়ে যে ধরনের ট্রান্সমিশন হয় তা হচ্ছে–
i. সিনক্রোনাস
ii. ন্যারোব্যান্ড
iii. ফুল ডুপ্লেক্স
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii (খ)

৩২. ফুল ডুপ্লেক্স মোডে চলে–
i. মোবাইল ফোন ii. ল্যান্ড ফোন
iii. রেডিও ব্রডকাস্ট
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii (ক)

৩৩. নিচের কোনটি কো-এক্স ক্যাবলের তারকে ঘিরে জড়ানো থাকে?
ক. প্লাস্টিকের আবরণ খ.নাইলেন সূতার জাল
গ. প্লাস্টিক ফোমের ইনসুলেশন ঘ. ফোমের ইনসুলেশন (গ)

৩৪. কোনটি কো-এক্সিয়াল ক্যাবলের ডেটা সিগন্যালকে EMI থেকে রক্ষা করার জন্য ব্যবহৃত হয়?
ক. মেটালিক ফরেন খ. প্লাস্টিকের জ্যাকেট
গ. সলিড কপার ওয়্যার ঘ. মেটালিক সিল্ড (ঘ)

৩৫. কো-এক্সিয়াল ক্যাবল কয়ভাগে বিভক্ত?
ক. দুই খ. তিন
গ. চার ঘ. পাঁচ (ক)

৩৬. কী দিয়ে অপটিক্যাল ফাইবার ক্যাবল তৈরি?
ক. কাঁচ তন্তু খ. ইস্পাত
গ. কপার ঘ. ফেরাস কোর (ক)

৩৭. নিচের কোন ক্যাবলে ডেটা ট্রান্সফার হার সর্বোচ্চ?
ক. শিল্ডেড টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল
খ. আন-শিল্ডেড টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল
গ. কো-এক্সিয়াল ক্যাবল
ঘ. ফাইবার অপটিক্যাল ক্যাবল (ঘ)

৩৮. অপটিক্যাল ফাইবারের সবচেয়ে ভিতরের অংশ কোনটি?
ক. বাফার খ. জ্যাকেট
গ. ক্ল্যাডিং ঘ. কোর (ঘ)

৩৯. সর্বোচ্চ গতিতে ডেটা ট্রান্সফার করে কোনটি?
ক. UTP খ. STP
গ. কো-এক্সিয়াল ক্যাবল ঘ. ফাইবার অপটিক ক্যাবল (ঘ)

৪০. কোন IEEE টি Wi-Fi স্ট্যান্ডার্ড?
ক. 802.11 খ. 802.11u
গ. 802.15 ঘ. 802.16 (ক)

৪১. WIMAX টাওয়ার চারদিকে সর্বোচ্চ কত মাইল পর্যন্ত সেবা দিতে পারে?
ক. ১০ খ. ২০
গ. ৪০ ঘ. ৫০ (ঘ)

৪২. কোন প্রযুক্তি ওয়্যারলেস প্যান এর জন্য ব্যবহার করা যায়?
ক. ওয়াইম্যাক্স খ. টেরিস্টোরিয়াল
গ. স্যাটেলাইট ঘ. ব্লু-টুথ (ঘ)

৪৩. ব্লুটুথের মাধ্যমে তৈরি নেটওয়ার্ককে বলে–
ক. LAN খ. PAN
গ. MAN ঘ. WAN (খ)

৪৫. নিচের কোনটি wifi স্ট্যান্ডার্ড?
ক. 802.10 খ. 802.11
গ. 802.01 ঘ. 802.16 (খ)

৪৬. পৃথিবী থেকে কত উচ্চতায় স্যাটেলাইট স্থাপন করা হয়?
ক. 1200 km খ. 12000 km
গ. 24000 km ঘ. 36000 km ঘ

৪৭. একই সাথে অনেকগুলো দেশের যোগাযোগের জন্য নিচের কোনটি ব্যবহার করতে হবে?
ক. স্যাটেলাইট খ. অপটিক্যাল ফাইবার
গ. টেরিস্ট্রোরিয়াল ঘ. ইনফ্রারেড ক

৪৮. রেডিও মডেম ও এন্টেনা প্রয়োজন কোন ক্ষেত্রে?
ক. ওয়্যারলেস ল্যান খ. ওয়্যারলেস ম্যান
গ. ওয়্যারলেস প্যান ঘ. ওয়্যারলেস ওয়ান ক

৪৯. হটস্পট কী?
ক. নির্দিষ্ট উত্তপ্ত এলাকা খ. তারযুক্ত ইন্টারনেট ব্যবস্থা
গ. তারবিহীন ইন্টারনেট ব্যবস্থা
ঘ. বিশ্বব্যাপী নেটওয়ার্ক ব্যবস্থা গ

৫০. কোনটি Wi-Max স্ট্যান্ডার্ড?
ক. 802.15 খ. 802.11a
গ. 802.11b ঘ. 802.16 ঘ

৫১. স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ-এ ভি-স্যাট কোন দিকে মুখ করে থাকে?
ক. আকাশ খ. মাটি
গ. পানি ঘ. বায়ু ক

৫২. দেশের অভ্যন্তরে যোগাযোগের জন্য নিচের কোনটি ব্যবহৃত হয়?
ক. স্যাটেলাইট খ. অপটিক্যাল ফাইবার
গ. টেরিস্ট্রোরিয়াল ঘ. ইনফ্রারেড গ

৫৩. ওয়াই ফাই হলো–
ক. ওয়্যারলেস ল্যান খ. ওয়্যারলেস ম্যান
গ. ওয়্যারলেস প্যান ঘ. ওয়্যারলেস ওয়ান ক

৫৪. মাইক্রোওয়েভ এর ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ কত?
ক. 300MHz–30GHz খ. 10KHz–1GHz
গ. 3KHz–3MHz ঘ. 3GHz–300GHz ঘ

৫৫. নিচের কোনটি ওয়্যারলেস ম্যান–এর উদাহরণ?
ক. ব্লু–টুথ খ. Wi–Max
গ. স্যাটেলাইট ঘ. ইনফ্রারেড খ

৫৬. ওয়্যারলেস একসেস পয়েন্ট হলো–
ক. হট স্পট খ. মডেম
গ. রাউটার ঘ. সুইচ গ

৫৭. কত দূরত্ব পর্যন্ত Wi–Max বেস স্টেশন ইন্টারনেট অ্যাকসেস সুবিধা প্রদান করে?
ক. 7 okm – 100 km10
খ. 1 km – 8 Km
গ. 1 km – 60 km
ঘ. 1 m – 1 km গ

৫৮. সাশ্রয়ীভাবে পাহাড়ি এলাকায় কার্যকরী নেটওয়ার্ক স্থাপনের জন্য কোন মাধ্যমটি সুবিধাজনক?
ক. অপটিক্যাল ফাইবার খ. রেডিও ওয়েভ
গ. ওয়াইফাই ঘ. ওয়াইম্যাক্স ঘ

৫৭. মোবাইল ফোনের কোন প্রজন্ম হতে SMS সেবা চালু হয়?
ক. প্রথম খ. দ্বিতীয়
গ. তৃতীয় ঘ. চতুর্থ খ

৫৭. মোবাইলের কোন প্রজন্ম হতে ইন্টারনেট ব্যবহার শুরু হয়?
ক. ১ম খ. ২য়
গ. ৩য় ঘ. ৪র্থ খ

৫৮. নিচের কোন প্রতিষ্ঠান ব্লুটুথ এর উদ্ভাবক?
ক. স্যামসাং খ. এরিকসন
গ. নোকিয়া ঘ. সনি খ

৫৯. কে মোবাইল ফোনের আবিষ্কারক?
ক. জ্যাক উইলিয়ামসন খ. গ্রাহাম বেল
গ. রিচার্ড ফাইনম্যান ঘ. ড. মার্টিন কুপার ঘ

৬০. বাণিজ্যিকভাবে 3G চালু হয় কবে থেকে—
ক. ১৯৮৯ খ. ১৯৯৫
গ. ২০০১ ঘ. ২০০৫ গ

৬১. ডেটা ট্রান্সফরমার এর হার 4G-নেটওয়ার্কে সর্বোচ্চ কত?
ক. 10 mbps খ. 25 mbps
গ. 50 mbps ঘ. 100 mbps ঘ

৬২. কোনটি চতুর্থ প্রজন্মের মোবাইল ফোনের প্রধান বৈশিষ্ট্য?
ক. আইপি নির্ভর ওয়ারলেস নেটওয়ার্ক
খ. বিশ্বব্যাপী রোমিং সুবিধা
গ. ফোনের মাধ্যমে ইন্টারনেট সংযোগ
ঘ. সেমিকন্ডাকটর ও মাইক্রো প্রসেসর প্রযুক্তি ক

৬৩. GPRS এর পূর্ণরূপ-
ক. General Packet Radio Service
খ. Global Packet Radio Service
গ. Global Package Radio Service
ঘ. General Package Radio Service ক

৬৪. GSM এর পূর্ণরূপ হলো–
ক. General System for Mobile Communication
খ. Global Standard for Mobile Communication
গ. General Standard for Mobile Communication
ঘ. Global System for Mobile Communication ঘ

৬৫. চতুর্থ প্রজন্মের মোবাইল প্রযুক্তির সফল বাস্তবায়ন হলো—
i. Wixmax ii. 3GPP LTE
iii. ওয়াই-ফাই
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i খ. ii
গ. iii ঘ. i ও ii ঘ

৬৬. সাধারণত মোবাইল কমিউনিকেশন হলো
i. তারবিহীন যোগাযোগ ব্যবস্থা
ii. শুধুমাত্র কথা বলার ব্যবস্থা
iii. ফুল ডুপ্লেক্স নেটওয়ার্ক
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii খ

■ নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ৬৭-৬৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও। রানা তার বাবাকে জিজ্ঞেস করল মোবাইল কোম্পানিগুলো তাদের টাওয়ার উঁচুস্থানে স্থাপন করে কেন। রানার বাবা তখন তাকে বিভিন্ন ধরনের ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন মিডিয়ার কার্য পদ্ধতি ব্যাখ্যা করলেন।

৬৭. তারের মধ্য দিয়ে যখন সিগন্যাল অতিক্রম করতে থাকে তখন এর শক্তি বা মান ক্রমান্বয়ে লোপ পেতে থাকে, যাকে বলা হয়—.
ক. এটিনিউয়েশন　খ. বিকিরণ
গ. ট্রান্সমিশন লস　ঘ. প্রসেসিং সিস্টেম　(ক)

৬৮. মোবাইল কোম্পানিগুলো আন্তঃদেশীয় টেলিযোগাযোগে কোন ওয়্যারলেস মিডিয়া ব্যবহার করে?
ক. রেডিও ওয়েভ　খ. টেরিস্ট্রেরিয়াল মাইক্রোওয়েভ
গ. স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ　ঘ. ইনফ্রারেড　(ক)

■ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৬৯ ও ৭০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
রাসেল 4G মোবাইল ফোন ব্যবহার করে তার নির্দিষ্ট কিছু বন্ধুকে SMS এর মাধ্যমে একটি বার্তা প্রেরণ করে।

৭০. বার্তা জানানোর মোড কোনটি?
ক. সিমপ্লেক্স　খ. ফুল ডুপ্লেক্স
গ. মাল্টিকাস্ট　ঘ. ব্রডকাস্ট　(গ)

৭১. একই ভবনের বিভিন্ন কক্ষে রক্ষিত কম্পিউটারের মধ্যে নেটওয়ার্ক ব্যবস্থাকে কী বলে?
ক. PAN　খ. LAN
গ. MAN　ঘ. WAN　(খ)

৭২. WAN-এর উদাহরণ কোনটি?
ক. রেডিও　খ. টেলিফোন
গ. ইন্টারনেট　ঘ. টেলিভিশন　(গ)

৭৩. কোন নেটওয়ার্ক সিস্টেমের ব্যাপ্তি কয়েক মিটারের মধ্যে সীমাবদ্ধ–
ক. ল্যান　খ. ম্যান
গ. ওয়ান　ঘ. প্যান　(ঘ)

৭৪. একই ভবনের বিভিন্ন তলায় অবস্থিত অনেকগুলো কম্পিউটারের মধ্যে নেটওয়ার্ককে কী বলে?
ক. LAN　খ. CAN
গ. PAN　ঘ. WAN　(ক)

৭৫. Wi-Max কোন ধরনের নেটওয়ার্কে ব্যবহৃত হয়?
ক. PAN　খ. LAN
গ. MAN　ঘ. WAN　(গ)

৭৬. WAN নেটওয়ার্ক মূলত একটি——
i. বিশ্বব্যাপী নেটওয়ার্ক ব্যবস্থা
ii. শহর কেন্দ্রিক নেটওয়ার্ক ব্যবস্থা
iii. নিকটবর্তী নেটওয়ার্ক ব্যবস্থা
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i　খ. ii
গ. iii　ঘ. i, ii ও iii　(ক)

৭৭. কম্পিউটার নেটওয়ার্কের উদ্দেশ্য–
i. হার্ডওয়্যার রিসোর্স শেয়ার
ii. সফটওয়্যার রিসোর্স শেয়ার
iii. ইনফরমেশন শেয়ার
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii　খ. i ও iii
গ. ii ও iii　ঘ. i, ii ও iii　(ঘ)

৭৮. নিচের কোন নেটওয়ার্কে প্রতিটি কম্পিউটার তার দু'দিকের দু'টি কম্পিউটারের সঙ্গে সংযুক্ত থাকে?
ক. বাস সংগঠন　খ. শাখা-প্রশাখা সংগঠন
গ. স্টার সংগঠন　ঘ. রিং সংগঠন　(ঘ)

৭৯. কম্পিউটার নেটওয়ার্কিং এর জন্য কয় ধরনের টপোলজি ব্যবহার করা হয়?
ক. ৩　খ. ৪
গ. ৫　ঘ. ৬　(ঘ)

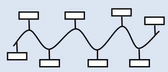
৮০. কেন্দ্রীয় কম্পিউটার বা ডিভাইস থাকে নেটওয়ার্কের কোন সংগঠনে?
ক. সংকর সংগঠন　খ. স্টার সংগঠন
গ. বাস সংগঠন　ঘ. ট্রাক সংগঠন　(খ)

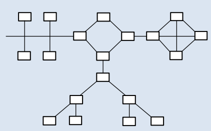
৮১. কোনটি Network Topology?
ক. LAN　খ. BUS
গ. WAN　ঘ. MAN　(খ)

৮২. একটি কেন্দ্রীয় হাব দ্বারা কোন টপোলজি সংযুক্ত থাকে?
ক. BUS　খ. MESH
গ. RING　ঘ. STAR　(ঘ)

৮৩. কোন ব্যবস্থায় কোনো কেন্দ্রীয় কম্পিউটার থাকে না?
ক. রিং টপোলজি　খ. স্টার টপোলজি
গ. বাস টপোলজি　ঘ. মেগা টপোলজি　(ক)

৮৪. একটি কেন্দ্রীয় নিয়ন্ত্রণকারী কম্পিউটারের সঙ্গে একাধিক কম্পিউটার সংযুক্ত হওয়ার সংগঠনের নাম কী?
ক. সংকর সংগঠন　খ. রিং সংগঠন
গ. বাস সংগঠন　ঘ. স্টার সংগঠন　(ঘ)

৮৫.

উপরর চিত্রটি কোন টপোলজি নির্দেশ করে?
ক. ট্রি　খ. বাস
গ. মেস　ঘ. হাইব্রিড　(খ)



৮৬. উপরের চিত্রটিতে কয়টি ভিন্ন ভিন্ন নেটওয়ার্ক টপোলিজি রয়েছে?
ক. ১টি　খ. ২টি
গ. ৩টি　ঘ. ৪টি　(ঘ)

৮৭. ক্লাউড কম্পিউটিং এর সুফল কোনটি?
ক. সাশ্রয়ী ও সহজলভ্য
খ. ইন্টারনেট সংযোগ লাগে না
গ. এপ্লিকেশনের উপর নিয়ন্ত্রণ রাখা যায়
ঘ. তথ্যের গোপনীয়তা বজায় থাকে　(ক)

৮৮. ছোট আকারের নেটওয়ার্কে বাস টপোলজির ব্যবহার—

i. খুব সহজ, সাশ্রয়ী, বিশ্বস্ত

ii. খুব কঠিন, ব্যয়বহুল

iii. খুব সহজ, ব্যয়বহুল, অবিশ্বস্থ

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i　　খ. ii

গ. iii　　ঘ. i ও ii　　ⓚ

৮৯. কোন টপোলজিতে প্রথম ও শেষ কম্পিউটার পরস্পর সরাসরি যুক্ত থাকে?

i. বাস　　ii. রিং

iii. মেশ

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii　　খ. i ও iii

গ. ii ও iii　　ঘ. i, ii ও iii　　ⓖ

৯০. স্বয়ংক্রিয়ভাবে আপডেটেড সফটওয়্যার সেবার ক্ষেত্রে কোনটি সর্বোত্তম?

ক. ব্যবহৃত সফটওয়্যারের স্বয়ংক্রিয় আপডেট অন রাখা

খ. নেটওয়ার্কের আওতায় সফটওয়্যার সেবা গ্রহণ

গ. ক্লাউডভিত্তিক সফটওয়্যার ব্যবহার

ঘ. পাইরেটেড সফটওয়্যার এড়িয়ে চলা　　ⓖ

■ নিচের উদ্দীপকের আলোকে ১৪৭ এবং ১৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও

সামিহা তার কম্পিউটারে অনেক নতুন সফটওয়্যার ব্যবহার করতে পারে না। পরে সে এমন এক সার্ভিস গ্রহণ করলো যা দ্বারা সফটওয়্যার স্বয়ংক্রিয়ভাবে আপডেট হয়, উচ্চগতিসম্পন্ন কম্পিউটারের সুবিধা পাওয়া যায় এবং খরচও কম হয়।

৯১. উদ্দীপকের সার্ভিসটির নাম কী?

ক. Bluetooth　　খ. Wi–Fi

গ. Wi–max　　ঘ. Cloud Computing ⓘ

৯২. উদ্দীপকে ব্যবহৃত সার্ভিসটির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য–

i. কোনো লাইসেন্স ফি প্রয়োজন হয় না

ii. ব্যবহারের অতিরিক্ত মূল্য দিতে হয় না

iii. রক্ষণাবেক্ষণ এর খরচ নেই

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii　　খ. i ও iii

গ. ii ও iii　　ঘ. i, ii ও iii　　ⓘ