



Data Communication

Subject Code: 28554



অধ্যায় ১

ডাটা কমিউনিকেশন বেসিক

কমিউনিকেশন:

কমিউনিকেশন শব্দের অর্থ হচ্ছে যোগাযোগ। প্রাচীন কাল থেকেই মানুষ পরস্পর পরস্পরের সাথে তথ্য বা ভাবের বিনিময় করে আসছে পরবর্তীতে ধীরে ধীরে এ যোগাযোগ প্রক্রিয়া এসেছে আধুনিকতা গতিশীলতা আর নির্ভরতা। মূলত কমিউনিকেশন অর্থ এক বা একাধিক ইলেকট্রনিক কমিউনিকেশন ডিভাইসে ডাটা হস্তান্তরের প্রক্রিয়াকে বোঝায়। ইলেকট্রনিক কমিউনিকেশন পৃথিবীকে একটি global village এ পরিণত করেছে।

যোগাযোগ পরিভাষা:

যোগাযোগ পরিভাষা বলতে যোগাযোগের প্রক্রিয়া এবং উপাদান গুলোকে বর্ণনা করতে ব্যবহৃত শর্তাবলী এবং ধাপগুলোকে বোঝায়। এই শর্তাবলী এবং ধারণাগুলো অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ এবং ইলেকট্রনিক্সের এই যোগে আধুনিক যোগাযোগ ব্যবস্থায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

নিচে কিছু যোগাযোগ করি ভাষা পরিচালনা করা হলো:

সিগনাল: আমরা যে কোন অডিও বা ভিডিও কে সরাসরি প্রেরণ করতে পারি না। প্রথমে এটিকে একটি ইলেকট্রনিক ফর্মে রূপান্তর করা হয়। এই ইলেকট্রনিক ফর্মটিকে সিগনাল বলা হয়। যেহেতু ইলেকট্রনিক্স বাইনারি সিস্টেম কাজ করে।

অ্যামপ্লিটিউড : কোন একটি সিগন্যাল ওয়েবের এর ধনাত্মক বা ঋণাত্মক দিকের সর্বোচ্চ মান কে অ্যামপ্লিটিউড বলে।

ফ্রিকোয়েন্সি: কোন ওয়েবের এক সেকেন্ড মোট পিরিয়ডের সংখ্যাকে ওই ওয়েবের ফ্রিকোয়েন্সি বলে। এর দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর একক হল হার্টাজ।

সাধারণ ব্লক ডায়াগ্রাম সহ কমিউনিকেশন সিস্টেম :

কমিউনিকেশন সিস্টেম অ্যাক্টুয়াল সিস্টেম মডেল, যা দুটি স্টেশন, ট্রান্সমিটার এবং রিসিভারের যোগাযোগ বিনিময় করে সিগনাল বা ইনফরমেশন একটি চ্যানেলের মাধ্যমে সোর্স থেকে ডেসটিনেশনে চলে যায়।

ডাটা কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে উক্ত ব্লক ডায়াগ্রামে -

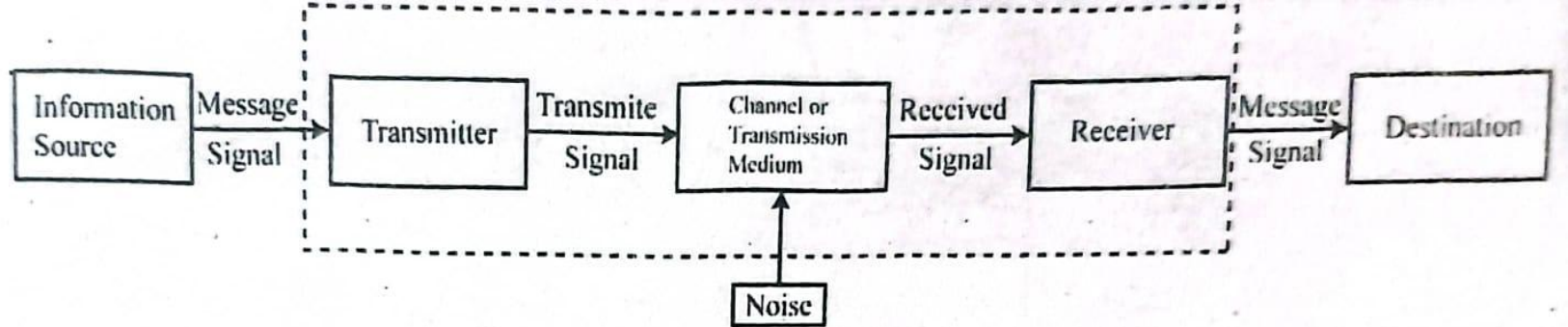
ক. ইনফরমেশন সোর্স

খ. ট্রান্সমিটার

গ. destination

ঘ. রিসিভার

ঙ. চ্যানেল টু ট্রান্সমিশন মিডিয়াম



ডাটা কমিউনিকেশনের প্রয়োজনীয়তা:

ডাটা কমিউনিকেশন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বিষয়, যা বিশ্বের সম্পূর্ণ প্রকাশ্য বিভিন্ন ক্ষেত্রে প্রয়োজন এবং গুরুত্বপূর্ণ কাজে ব্যবহৃত হয়।

১. তথ্য অবদান:

ব্যবসায়িক যোগাযোগ: প্রতিষ্ঠানগুলো কর্মীদের বিভাগ ও শাখা গুলোর মধ্যেও যোগাযোগ সৃষ্টি করতে ডাটা কমিউনিকেশন ব্যবহৃত হয়

২. বৈশ্বিক যোগাযোগ:

ইন্টারনেট এবং ওয়ার্ল্ড ওয়াইড ওয়েব: আমাদের দৈনন্দন জীবনে ইমেইল ইন্টারনেট ম্যাসেজিং সোশ্যাল মিডিয়া এবং অন্যান্য মাধ্যমে ডাটা কমিউনিকেশন করার জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৩. অর্থনৈতিক প্রভাব:

ই-কমার্স: অনলাইন ব্যবসা এবং ই-কমার্স প্ল্যাটফর্মের উন্নত হওয়ার ডাটা কমিউনিকেশন দ্বারা নিরাপদ ও দক্ষ ভাবে তথ্য প্রেরণ এবং প্রাপ্তকরণ হওয়া নিশ্চিত করে।

৪. শিক্ষা এবং গবেষণা:

অনলাইন শেখার সুযোগ: ডাটা কমিউনিকেশন শিক্ষার জগতকে পরিবর্তন করেছে, ছাত্ররা সব জায়গা থেকেই তথ্য এক্সেস করতে পারে এবং অনলাইনের কোর্সে অংশ নিতে পারে।

গবেষণ সহযোগিতা: গবেষকরা এবং বৈজ্ঞানিকরা ডাটা কমিউনিকেশনের মাধ্যমে প্রকল্পের সহযোগিতা করতে পারে তাদের ফলাফল আদান-প্রদান করতে এবং বিজ্ঞানগত আবিষ্কার এ ভূমিকা রাখতে পারে।

৫. প্রযুক্তি অবকাঠামো:

ইন্টারনেট অফ থিংস : IoT ডিভাইস গুলো তথ্য বিনিময় এবং বিভিন্ন ফাংশন সঞ্চালনে জন্য ডাটা কমিউনিকেশন উপনির্ভর করে। এর মধ্যে রয়েছে স্মার্ট হোম ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশন স্বাস্থ্যসেবা পর্যবেক্ষণ এবং আরো অনেক কিছু।

অধ্যায় ২

ডাটা ট্রান্সমিশন ধারণা

ডাটা কমিউনিকেশনের উপাদান:

- ক. বার্তা
- খ. প্রেরক
- গ. প্রেরকের মাধ্যম
- ঘ. গ্রাহক নিয়ম-নীতি
- ঙ. ফেরত সংকেত

ডাটা কমিউনিকেশন সিস্টেমের বৈশিষ্ট্য:

1. delivery
2. accuracy
3. timeliness
4. jitter

ব্যান্ডউইডথ এবং ডাটা রেট এর মধ্যে পার্থক্য:

ব্যান্ডউইডথ (Bandwidth)	ডাটা রেট (Data rate)
(ক) একটি সিগন্যাল ফ্রিকুয়েন্সির সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মানের মধ্যকার পার্থক্যকে Bandwidth বলে।	(ক) সিগন্যালের মাধ্যমে প্রতি সেকেন্ডে ডাটা ট্রান্সফারের হারকে Data rate বলে।
(খ) Bandwidth-কে প্রকাশ করা হয় 'B' দ্বারা।	(খ) Data rate-কে প্রকাশ করা হয় 'bit' দ্বারা।
(গ) Bandwidth-এর একক হলো হার্টজ (Hertz), সংক্ষেপে Hz.	(গ) Data rate-এর একক হলো Bit per second বা সংক্ষেপে bps.
(ঘ) Hz বলতে বুঝায় প্রতি একক সময়ে ফ্রিকুয়েন্সির সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন মানের মধ্যকার পার্থক্য এক হবে।	(ঘ) Bit per second বা bps বলতে প্রতি একক সময়ে একটি (Data) এক স্থান থেকে অন্য স্থানে পরিবাহিত হয়।
(ঙ) Data rate ট্রান্সফারের জন্য Bandwidth প্রয়োজন।	(ঙ) Data rate-এর মাধ্যমে ডাটা, ইনফরমেশন, মেসেজ ট্রান্সফার হয়।
(চ) Bandwidth ফ্রিকুয়েন্সির উপর নির্ভরশীল।	(চ) Data Rate ৩টি উপাদানের উপর নির্ভরশীল— (ক) Available bandwidth (খ) Level of signals (গ) Quality of the channel.
(ছ) Bandwidth বের করার সূত্র— $B = f_h - f_l$ যেখানে, B = Bandwidth f_h = Highest frequency f_l = lowest frequency.	(ছ) Bit Rate = $2 \times B \log_2 L$ যেখানে, B = Bandwidth L = সিগন্যাল লেভেলের সংখ্যা।

কমিউনিকেশন মোড সিমপ্লেক্স, হাফ ডুপ্লেক্স, ফুল ডুপ্লেক্স:

সিগন্যাল ট্রান্সমিশন মোড: সিগন্যালকে এক স্থান হতে অন্য স্থানে কিংবা এক টার্মিনাল থেকে অন্য টার্মিনালে বিভিন্ন পদ্ধতিতে পাঠানো হয় পাঠানোর এই পদ্ধতি গুলোকে সিগন্যাল ট্রান্সমিশন মোড বলে।

সিগন্যাল ট্রান্সমিট হওয়ার ওপর ভিত্তি করে সিগন্যাল ট্রান্সমিশন মোড কে নিম্নলিখিত তিনটি ভাগে ভাগ করা যায়:

ক. সিমপ্লেক্স যা একমুখী।

খ. হাফ ডুপ্লেক্স যা উভয়মুখী প্রেরণ অথবা গ্রহণ।

গ. ফুল ডুপ্লেক্স যা উভয়মুখী প্রেরণ ও গ্রহণ।

□ কমিউনিকেশনে যোগাযোগ মডেল তিনটি যথা:

ক. ইউনিকাস্ট

খ. মাল্টিকাস্ট

গ. ব্রডকাস্ট

সিনক্রোনাস ও অ্যাসিনক্রোনাস ট্রান্সমিশনের মধ্যে পার্থক্য:

অ্যাসিনক্রোনাস	সিনক্রোনাস
(ক) এ প্রকার ট্রান্সমিশন পদ্ধতি ক্যারেক্টার-ভিত্তিক হয়ে থাকে এবং প্রতিটি ক্যারেক্টারকে ASCII কোডে রূপান্তর করে ট্রান্সমিট করা হয়।	(ক) এ প্রকার ট্রান্সমিশন পদ্ধতিতে প্রতিবার একটি Fixed অথবা ভেরিয়েবল লেংথ (Length)-এ ডাটা ব্লক ট্রান্সমিট করা হয়।
(খ) প্রতিটি ক্যারেক্টার প্রেরণের জন্য যে সময় ব্যয় হয় তা নির্দিষ্ট থাকে না।	(খ) একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর প্রেরিত হয়।
(গ) সিনক্রোনাসের তুলনায় ধীর গতিসম্পন্ন।	(গ) দ্রুতগতিতে ডাটা ট্রান্সমিট হয়।
(ঘ) দ্বিমুখী ডাটা ট্রান্সমিশন সিস্টেমে একে ব্যবহার করা কঠিন।	(ঘ) দ্বিমুখী ডাটা ট্রান্সমিশন সিস্টেমে একে সহজে ব্যবহার করা যায়।
(ঙ) এর ইফিসিয়েন্সি কম।	(ঙ) এর ইফিসিয়েন্সি বেশি হয় না।
(চ) Local স্টোরেজের প্রয়োজন হয় না।	(চ) Local স্টোরেজের প্রয়োজন হয়।
(ছ) এ পদ্ধতিতে Pulse-এর প্রয়োজন হয় না।	(ছ) উভয় টার্মিনালের মধ্যে সমন্বয়সাধনের জন্য Sync. pulse-এর প্রয়োজন হয়।
(জ) প্রেরিত ডাটার ভুল নির্ণয় করা কষ্টকর।	(জ) প্রেরিত ডাটার ভুল নির্ণয় পদ্ধতি তুলনামূলক সহজ।
(ঝ) ডাটা ট্রান্সমিশনের খরচ কম।	(ঝ) অতিরিক্ত হার্ডওয়্যারের প্রয়োজন হয় ফলে ট্রান্সমিশন খরচ বেশি।
(ঞ) ডাটা ট্রান্সমিশনের জন্য স্টার্ট (Start) এবং স্টপ (Stop) বিটের প্রয়োজন হয়।	(ঞ) স্টার্ট (Start) ও স্টপ (Stop) বিট থাকে না।
(ট) কী-বোর্ড টু কম্পিউটার কমিউনিকেশনে এ পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়।	(ট) কম্পিউটার-টু-কম্পিউটারে অধিক পরিমাণে ডাটা ট্রান্সমিট করার জন্য এ পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়।

অধ্যায় ৩

ট্রান্সমিশন মিডিয়া ও সংযোগ

ট্রান্সমিশন মিডিয়া:

ট্রান্সমিশন মিডিয়া হল একটি ম্যাটেরিয়াল সাব স্টেশন যা দ্বারা এনার্জি waves উৎপন্ন করা যায়। যেমন সাধারণত কান্দারা রিসিভ এর ট্রান্সমিশন মিডিয়া হল বাতাস বাতাস ছাড়াও শব্দ গ্রহণের ক্ষেত্রে কঠিন বা সলিড পদার্থ ব্যবহার হতে পারে ট্রান্সমিশন মিডিয়াম এর বহুবচন (plural) হল ট্রান্সলেশন মিডিয়া ।

ট্রান্সমিশন মিডিয়ার ক্যাটাগরি গুলোর নাম : কম্পিউটার এবং অন্যান্য টেলি কমিউনিকেশন ডিভাইস গুলোর মধ্যে ডাটা আদান-প্রদানের ক্ষেত্রে সিগনাল ব্যবহার করা হয় অর্থাৎ সিগন্যাল ডাটার রিপ্রেজেন্ট করে থাকে। আর এ সিগনালকে ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক সিগনাল রূপে ট্রান্সমিশন মিডিয়া এর মধ্য দিয়ে এক ডিভাইস হতে অন্য ডিভাইসে ট্রান্সমিট রিসিভ করার ফলে কমিউনিকেশন সৃষ্টি হয়।

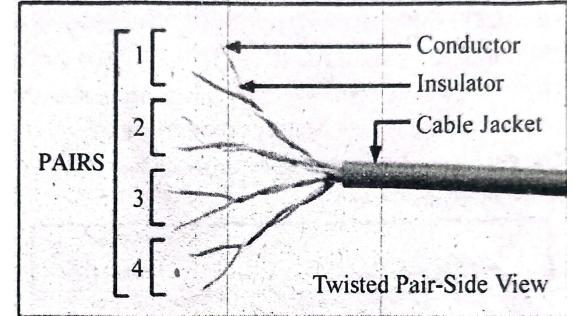
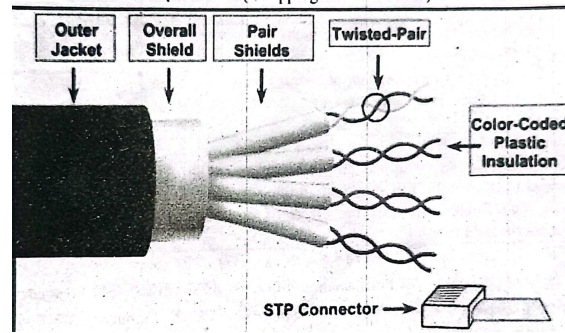
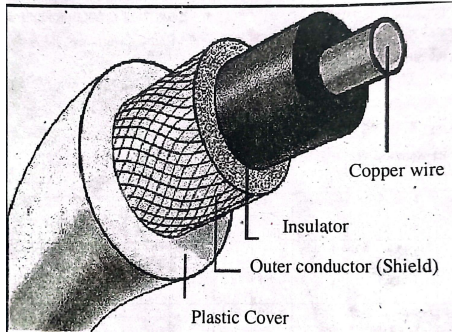
টেলি কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে ট্রান্সমিশন মিডিয়াকে দুটি ক্যাটাগরিতে ভাগ করা হয়েছে:

1. Guided
2. Unguided

টুইস্টেড পেয়ার কেবল: দুটি প্যাঁচানো কপার কেবল দিয়ে টু স্ট্রেড পেয়ার ক্যাবল তৈরি করা হয় প্রতিটি ক্যাবলের ইনসুলেটর জ্যাকেট ও কন্ডাক্টর থাকে দুটি তারের মধ্যে রিসিভার এর নিকট সিগন্যাল বহনে ব্যবহৃত হয়, অর্থাৎ এটি পজিটিভ ডাটা সিগন্যাল এবং অপরটি নেগেটিভ ডাটা সিগন্যাল বহন করে।

STP: Shielded Twisted Pair এর সংক্ষিপ্ত রূপ হল STP । অনাকাঙ্ক্ষিত নয়েজ প্রবাহিত করার প্রযুক্তি ঢাল আবরণ একজোড়া তারের সমন্বয়ে এসটিপি ক্যাবল তৈরি হয়। তারের প্রত্যেক জোড়ায় ধাতব পাত দিয়ে মোড়ানো থাকে।

কো এক্সিয়াল ক্যাবল: কয়েক জাল ক্যাবল টুরিস্ট পেয়ার ক্যাবলের বহনকৃত ফ্রিকোয়েন্সির চেয়ে হাই ফ্রিকোয়েন্সি সিগন্যাল বহন করে। কোই এক্সিয়াল ক্যাবল হল এমন এক ধরনের কেবল যাতে গোলাকার আকৃতির দুটি কন্ডাক্টর একটি ইনসুলেটর এবং একটি জ্যাকেট থাকে দুটি কন্ডাক্টর এর মধ্যে একটি কন্ডাক্টর কে বলা হয় ইন্টার কন্ডাক্টর অপরটি আউটার কন্ডাক্টর।



অধ্যায় ৪

অ্যানালগ কমিউনিকেশন সিস্টেম

মডুলেশন ও ডিমডুলেশন:

মডুলেশন: মডুলেশন হলো অডিও ফ্রিকোয়েন্সি সিগনালের সাথে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি ক্যারিয়ার ওয়েব এর মিলিত হওয়ার একটি প্রক্রিয়া। অন্যভাবে বলা যায় যে ট্রান্সমিশনের জন্য লো ফ্রিকোয়েন্সি ইনফরমেশন কে হাই ফ্রিকোয়েন্সি ক্যারিয়ার ওয়েভের কিছু নিয়ম তান্ত্রিকভাবে বিন্যাস করার প্রক্রিয়াকে মডুলেশন বলে।

ডিমডুলেশন: মোডুলেট ওয়েব কে প্রক্রিয়াকরণের মাধ্যমে সিগন্যাল ওয়েব উদ্ধার করার প্রক্রিয়াকে ডিমডুলেশন বলে। ডিমডুলেশন এর কাজে ধ নন লিনিয়ার যেমন ডায়োড , ট্রানজিস্টর ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

মডুলেশনের প্রয়োজনীয়তা:

বিভিন্ন তথ্যের উৎস হতে উৎপাদিত বেসবেল্ড সিগন্যাল সমূহ চ্যানেলকে সরাসরি সম্প্রচার করার জন্য উপযুক্ত নয়। এ সিগন্যাল সমূহ কে সম্প্রচারের জন্য পুনরায় উন্নত করা হয়। এ প্রকার রূপান্তর প্রক্রিয়াকে মডুলেশন বলে এ পদ্ধতিতে বেস ব্যাল্ড সিগন্যালটি উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সি ক্যারিয়ার সিগন্যালের সাথে কিছু প্যারামিটারের সাপেক্ষে উন্নত করা হয় ক্যারিয়ার এক প্রকার উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সি সাইনোসায়ডাল সিগন্যাল এবং প্যারামিটার সমূহ amplitude frequency অথবা ফেস বেস ব্যাল্ড সিগন্যালের সাপেক্ষে পরিবর্তন হয়

ক. সিগন্যাল অপারেটিং রেঞ্জ বৃদ্ধি করার জন্য।

খ. ওয়ারলেস কমিউনিকেশন সিস্টেমের ক্ষেত্রে হাই ফ্রিকোয়েন্সি সিগন্যাল তৈরি করার জন্য।

গ. ব্যাল্ডউইডথ অ্যাডজাস্টমেন্ট করার জন্য।

ঘ. রেডিও কমিউনিকেশন গোপনীয়তা রক্ষা করার জন্য।

ঙ. ইন্টারফেস দূর করার জন্য।

মডুলেশন এর প্রকারভেদ: এনালগ এবং ডিজিটাল ইনফরমেশন কে এনকোড করে অ্যানালক অথবা ডিজিটাল সিগন্যাল তৈরি করা হয়। স্পেসিং রিকোয়ারমেন্ট মিডিয়া এবং কমিউনিকেশনের সুযোগ-সুবিধার ওপর বিশেষ ধরনের ইনকোডিং নির্ভর করে।

এনালগ টু এনালগ মডুলেশন: এনালগ টু এনালগ হল একটি পদ্ধতি বার টেকনিক যা এনালগ ডাটা কে ক্যারিয়ার সিগন্যালের মাধ্যমে মডুলেট করে ফ্রিকোয়েন্সির মধ্যে এনালগ সিগন্যাল তৈরি করে।

এনালগ টু এনালগ মডুলেশন এর টেকনিক গুলো হলো:

- ক. অ্যামপ্লিটিউড মডুলেশন
- খ. ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেশন
- গ. ফেজ মডুলেশন।

ডিজিটাল টু এনালগ মডুলেশন: ডিজিটাল টু এনালগ মডুলেশন হল একটি টেকনিক বা পদ্ধতি যা ডিজিটাল ডাটা কে এনালগ সিগন্যালে কনভার্ট করে। এ পদ্ধতির মূল টেকনিক গুলো হল:

- ক. অ্যামপ্লিটিউড শিফট কীং
- খ. ফ্রিকোয়েন্সি শিফট কীং
- গ. ফ্রেস শিফট কীং

- এছাড়াও আরো রয়েছে
- ক. অ্যানালগ টু ডিজিটাল মডুলেশন।
- খ. ডিজিটাল টু ডিজিটাল মডুলেশন।

অধ্যায় ৫

ডিজিটাল কমিউনিকেশন সিস্টেম

ডিজিটাল মডুলেশন:

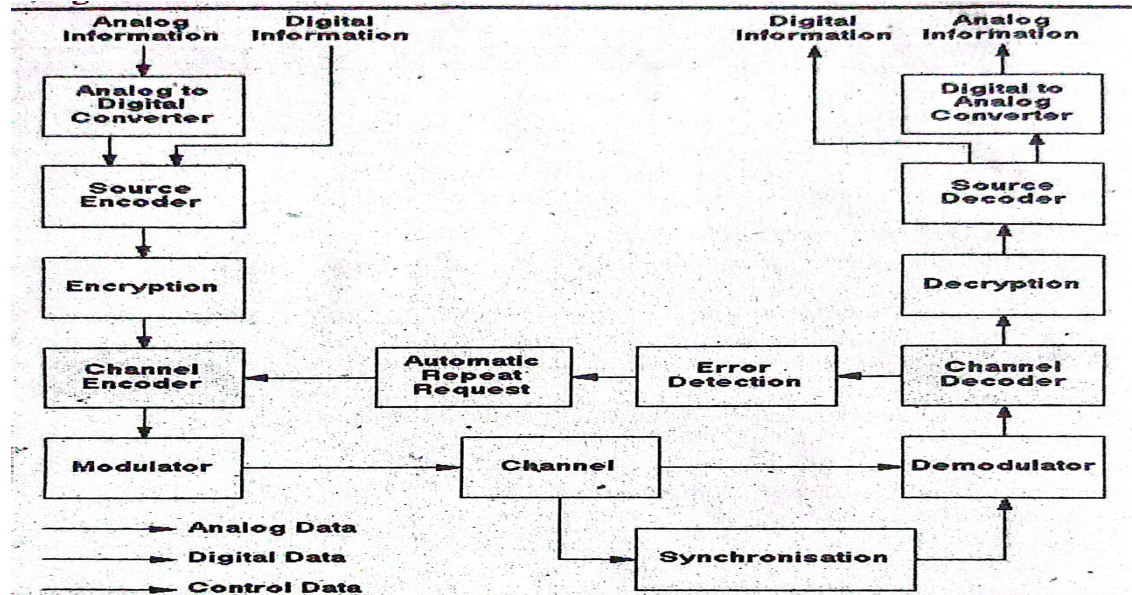
টেলিকমিউনিকেশনে মডুলেশন হলো ডাটা থেকে নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর বিভিন্ন ওয়েব ফর্ম তৈরি হওয়ার একটি প্রক্রিয়া। যে ডিভাইসের মাধ্যমে মডুলেশন প্রক্রিয়া সম্পন্ন হয়ে থাকে তাকে মডুলেশন বলে আবার যে ডিভাইসের মডুলেশন এর বিপরীতে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ডিমডুলেশন বলে।

মডুলেশন এর প্রকারভেদ :

- ক. ডিজিটাল মডুলেশন
- খ. এনালগ মডুলেশন
- গ. ডিজিটাল বেস ব্যান্ড মডুলেশন
- ঘ. পালস এমপ্লিটিউট মডুলেশন
- ঙ. পালস কোড মডুলেশন
- চ. ডেলটা মডেলেশন

ব্লক ডায়াগ্রাম সহ ডিজিটাল কমিউনিকেশন: ডিজিটাল সিগনাল হলো ডিসক্রিট এবং ডিসকন্টিনিউয়াস ভোল্টেজ পালস এর একটি সিকুয়েন্স। আবার প্রত্যেক পালস হল একটি সিগনাল এলিমেন্ট এনকোডিং এর মাধ্যমে বাইনারি ডাটা কে ডাটাবিট নেওয়া হয়, তাকে আবার ট্রান্সমিট করে সিগন্যাল এলিমেন্ট এ নেওয়া হয়। বিট এবং সিগন্যাল এলিমেন্ট এর মধ্যে ওয়ান টু ওয়ান ক্রসপলেন্ডেংস হয়ে থাকে

নিচে চিত্রটি দেখানো হলো:



পালস কোড মডেলেশন: যখন কোন এনালগ সিগন্যাল কে ডিজিটাল ট্রান্সমিশন সিস্টেমে কোন অনুপ্রয়োগ করতে হয়, তখন এটি কয়েকটি পালস এর কোডিং করা হয় এবং তারপরে সেই পালস গুলোর কোডগুলো ডিজিটাল রূপে গৃহীত হয় ।

পালস কোড মডুলেশন প্রক্রিয়াটি নিম্নলিখিত ধাপগুলোর মাধ্যমে সম্পন্ন করা হয়:

ক. স্যাম্পলিং

খ. কোয়ান্টাইজেশন

গ. এনকোডিং

ডিফারেনশিয়াল পালস কোড মডুলেশন: ডি.পি.সি.এম ট্রান্স মিটার দুটি সামার সার্কিট সহ কোয়ানটাইজার এবং প্রেডিক্টর নিয়ে গঠিত

ডেলটা মডুলেশন: এটি এক ধরনের মডেলেশন পদ্ধতি যেখানে স্যাম্পলিং রেট অনেক বেশি কোয়ান্টাইজেশনের পর স্টেপ সাইজ ছোট মানের হয় , তাকে ডেল্টা দ্বারা প্রকাশ করা হয়

ডেলটা মডেলেশনের বৈশিষ্ট্য:

ক. এটি এক ধরনের পারস্পারিক সম্পর্কের সম্পূর্ণ ব্যবহার করার জন্য একটি over sampled ইনপুট নেওয়া থাকে।

খ. ইনপুটক্রম নেইকোয়েস্ট হার থাকে অনেক বেশি

গ. মোরো লেটার এবং ডি মডেলের ডিজাইন সহজ

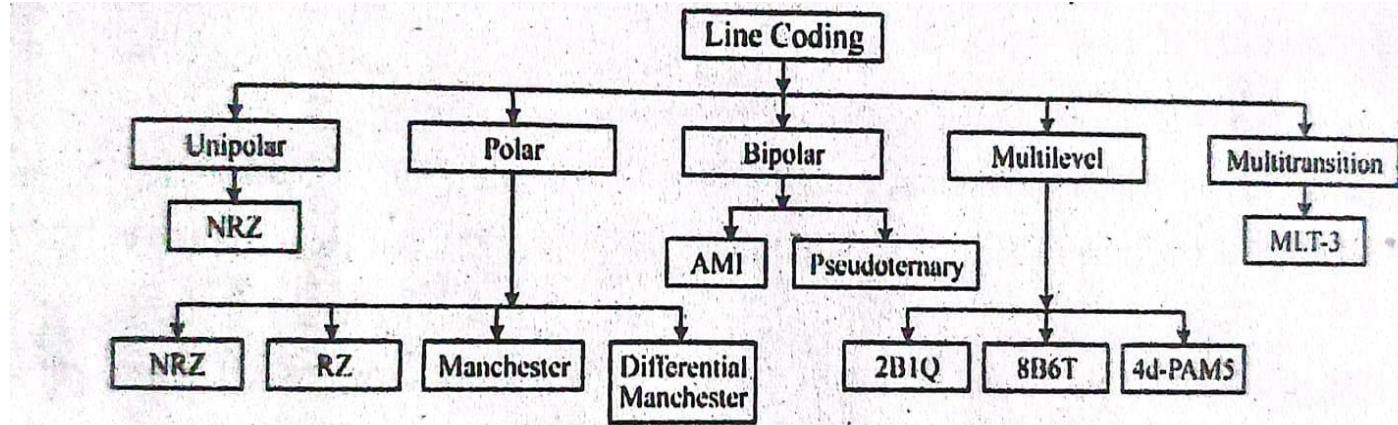
ঘ. বিট রেট ব্যবহারকারী দ্বারা নির্ধারণ করা যেতে পারে।

লাইন কোডিং: কমিউনিকেশনে লাইন কোডিং কে ডিজিটাল বেস ব্যান্ড মডুলেশনও বলা হয়। যে প্রক্রিয়ায় ডিজিটাল ডাটা কে ডিজিটাল সিগনালে কনভার্ট করা হয় সে প্রক্রিয়াকে লাইন কোডিং বলে।

ব্লক কোডিং: চ্যানেল কোডিং এর প্রাথমিক পর্যায়ে ব্লক কোডিং ব্যবহার করা হয়। প্রথমদিকে মোবাইল কমিউনিকেশনে ব্লক কোডকে ব্যবহার করা হতো। এ প্রক্রিয়ায় রিসিভারে অতিরিক্ত কিছু ক্রমিক মান যুক্ত হতো। এর ফলে ত্রুটি ঘটনার সম্ভাবনা ছিল এবং ইনফরমেশন ডেট চ্যানেল ক্যাপাসিটি বেশি হতো না।

ব্লক কলেজের ধার তিনটি যথা : ডিভিশন, সাবস্টিটিউশন, লাইন কোডিং।

লাইন কোডিংয়ের প্রকারভেদ: লাইন কোডিংকে পাঁচটি ক্যাটাগরিতে বিভক্ত করা হয়েছে নিচে তা দেওয়া হলো:-



অধ্যায় ৬

মাল্টিপ্লেস্টিং টেকনিকস

মাল্টিপ্লেক্সিং এবং ডিমাল্টিপ্লেক্সিং:

মাল্টিপ্লেক্সিং: মাল্টিপ্লেক্সিং সংকে সংক্ষেপে muxing বলা হয়। যে প্রক্রিয়ায় দুই বা ততোধিক low bandwidth এর চ্যানেলকে কস্বাইন করে larger bandwidth এর একটি লিঙ্ক তৈরি করে, যা কমেন্ট ট্রান্সমিশন মিডিয়া হিসেবে দুটি ডিভাইসের মধ্যে ডাটা ভয়েস লিংক স্থাপিত হয়, সে প্রক্রিয়াকে মাল্টিপ্লেক্সিং বলা হয়।

ডিমাল্টিপ্লেক্সিং: মাল্টিপ্লেক্সিং এর বিপরীত প্রসেস কে ডিমাল্টিপ্লেক্সিং বলে।

মাল্টিপ্লেক্সিং এর প্রয়োজনীয়তা:

- ক. কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে কম চ্যানেলের প্রয়োজন হয়
- খ. একাধিক ডাটা কে একটি চ্যানেলের মধ্য দিয়ে প্রেরণ করা যায়
- গ. ডাটা কমিউনিকেশন দ্রুত গতিতে সম্পন্ন হয়
- ঘ. ডাটা কমিউনিকেশনে কোন প্রকার গাঙ্গাদি সৃষ্টি হয় না
- ঙ. টেলিকমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে অনেকগুলো ফোন কল একসাথে একটি তারের মধ্য দিয়ে ট্রান্সফার করা যায়।

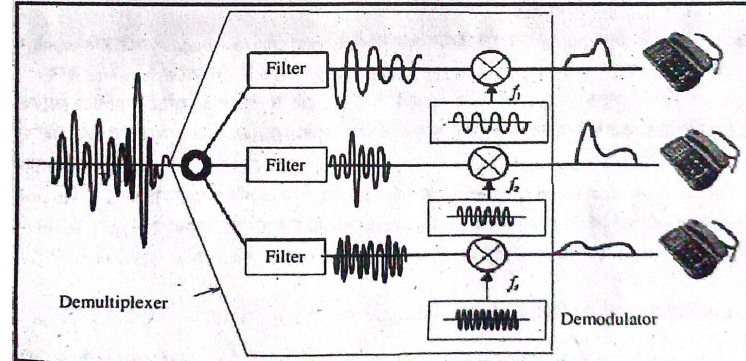
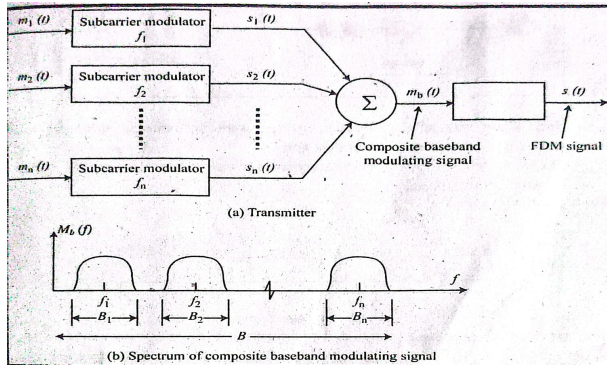
মাল্টিপ্লেক্সিং সিস্টেমের ক্যাটাগরি: ক. এনালগ মাল্টিপ্লেক্সিং, খ. ডিজিটাল মাল্টিপ্লেক্সিং

চারটি বেসিক টেকনিকের যেকোনো একটি দিয়ে সিগন্যাল গুলোকে মাল্টিপ্লেক্সড করা হয়:

- ক. ফ্রিকোয়েন্সি ডিভিশন মাল্টিপ্লেক্সিং
- খ. ওয়েব ডিভিশন মাল্টিপ্লেক্সিং
- গ. টাইম ডিভিশন মাল্টিপ্লেক্সিং
- ঘ. কোড ডিভিশন মাল্টিপ্লেক্সিং।

মাল্টিপ্লেক্সিং প্রসেস: ফ্রিকুয়েন্সি ডিভিশন মাল্টিপ্লেক্সিং হলো সিগন্যাল মাল্টিপ্লেক্সিং এর একটি অ্যানালগ টেকনিক যেখানে বিভিন্ন ফ্রিকোয়েন্সি ক্যারিয়ার ওয়েভ দ্বারা মাল্টিপল বেস ব্যান্ড সিগন্যাল কে মাল্টিপ্লেক্সার দ্বারা মডুলেট করে একটি কম্পোজিট সিগন্যাল উৎপন্ন করে, যা ট্রান্সমিট হওয়ার সময় লিংক এর সাথে ব্যান্ডউইডথ অবশ্যই ট্রান্সমিটেড সিগন্যালগুলোকে ব্যান্ডউইডথের চেয়ে তুলনামূলক বেশি

ডিমাল্টিপ্লেক্সিং প্রসেস: এফ.ডি.এম রিসিভিং সাইডে এফডিএম সিগন্যাল ডি মডুলেট হয়ে পুনরুদ্ধার হয়। এজন্য সিগন্যাল গেম ব্যান্ডপাস ফিল্টারের মধ্যে দিয়ে পাস হতে হয়। ফিল্টার ফ্রিকোয়েন্সি f_i এবং ব্যান্ডউইডথ থাকতে হবে এই অবস্থায় সিগন্যাল আবার কম্পোনেন্ট পার্টস এর বিভক্ত হয়ে $S_i(t)$ উৎপন্ন হয়।



বেসব্যান্ড ও ব্রডব্যান্ড ট্রান্সমিশন এর মধ্যে পার্থক্য:

বেসব্যান্ড	ব্রডব্যান্ড
(ক) অল্প দূরত্বের জন্য বেসব্যান্ড ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।	(ক) দীর্ঘ দূরত্বের জন্য ব্রডব্যান্ড ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।
(খ) এটিতে ফ্রিকুয়েন্সি মাল্টিপ্লেক্সিং ব্যবহৃত হয় না।	(খ) এটিতে ফ্রিকুয়েন্সি মাল্টিপ্লেক্সিং ব্যবহৃত হয়।
(গ) এটিতে ডিজিটাল সিগন্যাল ব্যবহৃত হয়।	(গ) এটিতে অ্যানালগ সিগন্যাল ব্যবহৃত হয়।
(ঘ) এটিতে লো-পাস চ্যানেল ব্যবহার করা হয়।	(ঘ) এটিতে ব্যান্ডপাস চ্যানেল ব্যবহার করা হয়।
(ঙ) এ ক্যাবল দ্বারা বাইডিউরেকশনাল ডাটা ট্রান্সফার করা হয়।	(ঙ) এ ক্যাবল দ্বারা ইউনিডিউরেকশনাল ডাটা ট্রান্সফার করা হয়।

অধ্যায় ৭

ডাটা ক্লো কন্ট্রোল

ডাটা কন্ট্রোল: datafly কন্ট্রোল বলতে একটি একনলেজমেন্ট প্রাপ্তির আগে যে পরিমাণ ডাটা পাঠানো যেতে পারে তা সমন্বয় করে এবং একটি ডাটার লিঙ্ক স্তরের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ দায়িত্ব। অধিকাংশ প্রটোকলে প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি হলো এক সেট প্রসিডিউর এর সমষ্টি যেটি রিসিভার থেকে একটি স্বীকৃতির জন্য অপেক্ষা করার পূর্ব মুহূর্ত পর্যন্ত জেন্ডার কে জানাই যে টেন্ডার কতটা ডাটা প্রেরণ করতে পারবে। যেকোনো রিসিভিং ডিভাইসের ইনকামিং ডাটা প্রসেস করার গতি সীমিত থাকে এবং সীমিত পরিমাণ মেমোরিতে ইনকামিং ডাটা সংরক্ষণ করতে পারে। রিসিভিং device অবশ্যই প্রেরক ডিভাইসকে তাদের সেন্ডিং সীমা যে শেষ তা আগে জানাতে সক্ষম হবে এবং ট্রান্সমিটিং ডিভাইসটিকে কম প্রেম পাঠাতে বা সাময়িকভাবে না পাঠানোর অনুরোধ করবে। ইনকামিং ডাটা ব্যবহার করার আগে অবশ্যই তা চেক এবং প্রসেস করতে হবে। এ ধরনের রিসিভিং এর হার প্রায় সেন্ডিং এর চেয়ে ধীরে হয়।

ডাটা কন্ট্রলের প্রয়োজনীয়তা:

- ক. তথ্যের সঠিকতা
- খ. নিরাপত্তা এবং গোপনীয়তা
- গ. রিসোর্সের সঠিক ব্যবহার
- ঘ. ত্রুটি হ্যান্ডেলিং এবং পুনরুদ্ধার
- ঙ. নির্ভরযোগ্যতা।

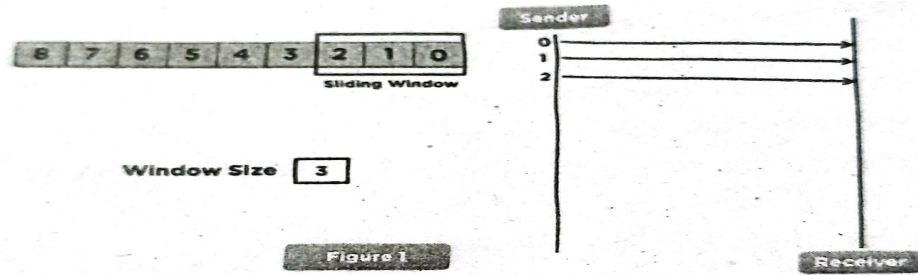
কন্ট্রোল বলতে কি বুঝায় : ডাটা আদান-প্রদান এর গতি সামঞ্জস্যতা করানোর জন্য যে পদ্ধতি ব্যবহার হয় তাকে কন্ট্রোল বলে।

স্লাইডিং উইন্ডো প্রোটোকল: স্লাইডিং উইন্ডো প্রোটোকল দুটি ধাপে বিভক্ত করা যেতে পারে যথা প্রেরক ধাপ এবং রিসিভার। ডাটা ফ্রেমের স্মুথ ট্রান্সমিশনের জন্য একটি নেটওয়ার্ক মডেলে কিছু গুরুত্বপূর্ণ মান প্রয়োজন যেমন:-

- ক. প্রেরক এবং গ্রহণকারী পক্ষ
- খ. উইন্ডো সাইজ
- গ. মোট ডাটা ফ্রেম
- ঘ. প্রেরকের সঠিক ফ সিকুয়েন্সিং

স্লাইডিং উইন্ডো প্রোটোকলের ধাপ:

- ক. শুরুতে প্রেরকের স্লাইড থেকে মডেলের জন্য নির্ধারিত উইন্ডোর আকার অনুযায়ী রিসিভার এর সাথে ডাটা ফ্রেম শেয়ার করবে।
- খ. স্লাইডিং উইন্ডোটি রিসিভারের দিক প্রেরিত ফ্রেম প্রদর্শিত হবে।
- গ. তারপরে প্রেরক শেয়ার করা ফ্রেমের জন্য রিসিভার পক্ষ থেকে একটি স্বীকৃতির জন্য অপেক্ষা করবে।
- ঘ. যখন রিসিভার প্রথম প্রেরিত ফ্রেমের স্বীকৃতি প্রেরণ করে, তখন স্লাইডিং উইন্ডোটি স্বীকৃত ফ্রেম থেকে সরে যাবে।
- ঙ. প্রেরকের পক্ষ থেকে ডাটা ফ্রেমগুলো গ্রহণ করার পরে প্রাপক নেটওয়ার্ক মডেলের ফ্রেমগুলো ব্যবহার করবে।
- চ. রিসিভার ফ্রেমটি ব্যবহার করার পরে এটি সেই ডাটা প্রেরণের জন্য প্রেরকের কাছে স্বীকৃতি প্রেরণ করবে।



স্টপ এন্ড ওয়েট প্রটোকল: একটি ডাটা ফ্লো কন্ট্রলের সবচেয়ে সহজ পদ্ধতি। এ পদ্ধতিতে ডাটা বা মেসেজকে কতগুলো ফ্রেমে বিভক্ত করা হয়। স্টপ এন্ড ওয়েট ফটোকলের প্রের ক একটি ফ্রেম পাঠায় রিসিভার থেকে নিশ্চিত করুন না পাওয়া পর্যন্ত থেমে যায় এবং যখন ঠিক আসে এগিয়ে যান একনলেজমেন্ট পায় তখন পরবর্তী ফ্রেম পাঠায়।

টপ এন্ড ওয়েট প্রোটোকলের সুবিধা এবং অসুবিধা:

সুবিধা:

ক. টপ এন্ড ওয়েট প্রোটোকল এর সহজবোধ্যতা হচ্ছে এর সবচেয়ে বড় সুবিধা।

খ. এটি ইমপ্লিমেন্টেশন সহজ ।

গ. এটি তুলনামূলক Accurate ডাটা ট্রান্সফার করে ।

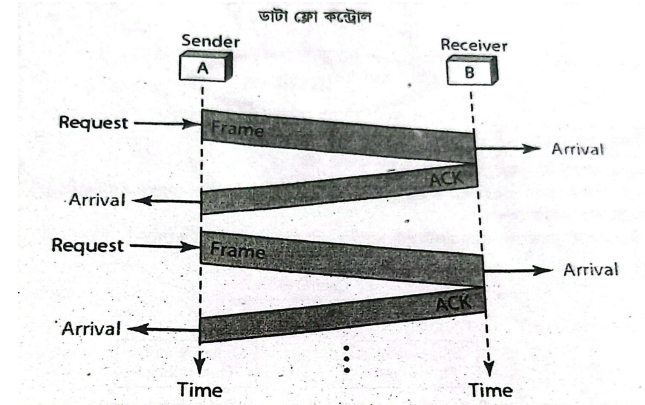
ঘ. অল্প দূরত্বের ট্রান্সমিশনে এটি খুব কার্যকর।

অসুবিধা:

ক. এ পদ্ধতি মোটামুটি ধীরগতি সম্পন্ন ।

খ. এ পদ্ধতি একক সময়ে একটি মাত্র ফ্রেম পাঠাতে পারে।

গ. এটি লো throughput দেয়।



অধ্যায় ৮

এরর ডিটেকশন এবং কারেকশন

এরর এর সংজ্ঞা: এরর হল এমন একটি শর্ত যখন প্রাপকের তথ্য প্রেরকের তথ্যের সাথে মিলে না। ট্রান্সমিশনের সময় ডিজিটাল সিগন্যালগুলো নয়েজের শিকার হয়, যা প্রেরত থেকে প্রাপক পর্যন্ত যাতায়াতের সময় বাইনারি গুলো ত্রুটি দেখা দিতে পারে।

ডাটা কমিউনিকেশন ত্রুটি সনাক্তকরণ: এরর ডিটেকশন হলো ট্রান্সমিটার থেকে রিসিভারে ডাটার যাতায়াতের সময় যে ত্রুটি সংঘটিত হয় তা সনাক্ত করাকে বোঝায়। ত্রুটি সংশোধন হলো ত্রুটি সনাক্তের পর মূল ত্রুটি মুক্ত ডাটার পুনর্গঠন।

ডাটা কমিউনিকেশনের এরর এর প্রকারভেদ:

- ক. একক বিট ত্রুটি
- খ. মাল্টিপল বিট ত্রুটি
- গ. burst error

বিভিন্ন ধরনের ত্রুটি সনাক্তকরণ কৌশল :

1. Simple parity check
2. Two dimensional parity check
3. Checksum
4. Cyclic Redundancy check

বিভিন্ন ধরনের এরর সংশোধন কৌশল (Different types of error correction techniques) :

প্রধানত দুটি উপায়ে এরর সংশোধন করা যায়—

১। ফরওয়ার্ড এরর কারেকশন (Forward error correction) : এক্ষেত্রে রিসিভার ক্রটি-সংশোধনকারী কোড ব্যবহার করে যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে ক্রটিগুলো সংশোধন করে। যেমন—

- Using Hamming Distance
- Using XOR

২। ব্যাকওয়ার্ড এরর কারেকশন (Backward error correction) : এ পদ্ধতিতে একবার ক্রটিটি শনাক্ত হলে প্রাপক প্রেরককে সমগ্র ডাটা ইউনিট পুনরায় প্রেরণের জন্য অনুরোধ করে। যেমন—

- অটোমেটিক রিপিট রিকুয়েস্ট (ARQ)

হামিং কোড এরর কারেকশন পদ্ধতি (Error correction using hamming code) :

এরর সংশোধনের জন্য ব্যবহৃত কোডের মধ্যে বহুল ব্যবহৃত কোড হলো হামিং কোড। এতে n সংখ্যক ডাটার মধ্যে k সংখ্যক প্যারিটি বিট যুক্ত করে $n + k$ সংখ্যক বিটের ডাটা তৈরি করা হয়। এ বিটের পজিশন/অবস্থানগুলো 1 থেকে $n + k$ এর মধ্যে হয়। এর মধ্যে 2 এর ঘাত আকারে যে মান পাওয়া যায় তা দ্বারা প্যারিটি বিটের পজিশন নির্ধারণ করা হয়, অর্থাৎ 1, 2, 4, 8 ইত্যাদি। আর বাকি পজিশন ডাটার বিটগুলো থাকে। যে-কোনো মানের/লেংথের ডাটাতে এ কোড ব্যবহৃত হয়।

উদাহরণ : ধরি 7 (সাত) বিটের একটি ডাটা 1011001, এতে প্যারিটি বিট যুক্ত করা হয়েছে যার পজিশন যথাক্রমে ১ম, ২য়, ৪র্থ ও ৮ম। ফলে ডাটাটি হয় নিম্নরূপ—

1	0	1	P ₄	1	0	0	P ₃	1	P ₂	P ₁	
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	→বিট পজিশন

হামিং বিটগুলো নির্ণয় করার জন্য কোডের যে-সব স্থানে 1 আছে তা শনাক্ত করা হয়। এক্ষেত্রে 3, 7, 9 এবং 11 নং স্থানে 1 রয়েছে। এখন এ সংখ্যাগুলোকে বাইনারিতে রূপান্তর করে যোগ করলে নির্ণেয় হামিং কোডগুলো পাওয়া যাবে। তবে যোগ করার সময় হাতের অঙ্ককে বাদ দিতে হবে।

এখানে,
3 = 0011
7 = 0111
9 = 1001
11 = 1011

0	1	1	0
↓	↓	↓	↓
P ₄	P ₃	P ₂	P ₁

অর্থাৎ, P₁ = 0, P₂ = 1, P₃ = 1 এবং P₄ = 0

এ বিটগুলো P-এর স্থলে বসিয়ে হামিং কোড পাওয়া যাবে। সুতরাং নির্ণেয় হামিং কোড—

1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	→বিট পজিশন

রিসিভারে এ কোডের যে-সব স্থানে 1 আছে সে-সব স্থানের সংখ্যা মানকে বাইনারিতে রূপান্তর করে তা আবার যোগ করে পরীক্ষা করে দেখতে হবে যে, যোগফল 0 কি না। যদি যোগফল 0 হয় তবে বুঝা যায় যে, গৃহীত ডাটাতে কোন ভুল নেই, নতুবা ভুল আছে। উক্ত হামিং কোডের 2, 3, 4, 7, 9 এবং 11নং স্থানে 1 রয়েছে।

অটোমেটিক রিপিট রিকুয়েস্ট এরর কারেকশন পদ্ধতি (Method of automatic repeat request of error-connection) :

অটোমেটিক রিপিট রিকুয়েস্ট (ARQ) একটি ক্রটি সংশোধন কৌশল যা ডাটা নির্ভরযোগ্য ডেরিভারি নিশ্চিত করার জন্য ডাটা যোগাযোগে ব্যবহৃত হয়। ARQ প্রেরিত ডাটার ক্রটিগুলো শনাক্ত করে এর প্রেরককে ক্ষতিগ্রস্ত বা হারিয়ে যাওয়া অংশগুলো পুনরায় প্রেরণের জন্য অনুরোধ করে কাজ করে। ARQ-এর বেশ কয়েকটি বৈচিত্র্য রয়েছে, যার প্রত্যেকটির নিজস্ব কিছু বৈশিষ্ট্য আছে। নিম্নে কিছু সাধারণ ARQ কৌশল দেওয়া হলো—

1. Stop and wait ARQ
2. Go Back-N ARQ
3. Selective Repeat ARQ.

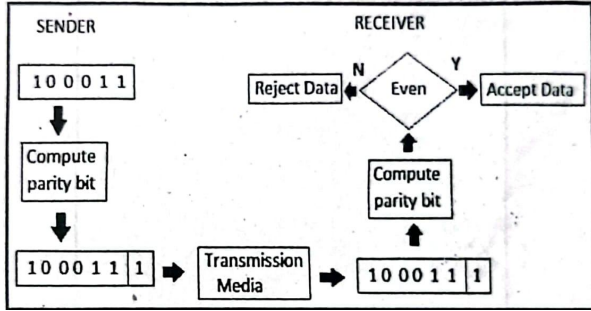
১। সিম্পল প্যারিটি চেক (Simple parity check) :

সিম্পল-বিট প্যারিটি হলো একটি সাধারণ ত্রুটি শনাক্তকরণ পদ্ধতি যা ডাটা ট্রান্সমিশনে একটি অতিরিক্ত বিট যোগ করে।

১। ব্লকে 1 যোগ করা হয় যদি এতে 1-এর বিজোড় সংখ্যা থাকে।

২। 0 যোগ করা হয় যদি এতে 1-এর জোড় সংখ্যা থাকে।

এ ক্ষিমে 1-এর মোট সংখ্যাকে জোড় করে, তাই এটিকে জোড় সমতা যাচাই বলা হয়।

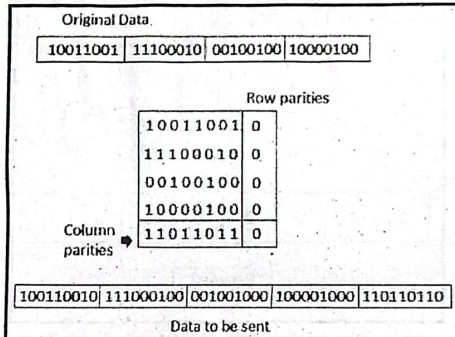


২। দ্বি-মাত্রিক প্যারিটি চেক (Two-dimensional parity check) :

১। দ্বি-মাত্রিক প্যারিটি চেক বিটগুলোর প্রতিটি সারির জন্য গণনা করা হয়, যা একটি সাধারণ প্যারিটি চেক বিটের সমতুল্য।

২। প্যারিটি চেক বিটগুলোও সমস্ত কলামের জন্যও গণনা করা হয়, তারপর উভয়ই ডাটাসহ পাঠানো হয়।

৩। প্রাপ্তির শেষে এগুলো প্রাপ্ত ডাটাসহ গণনা করা সমতা বিটের সাথে তুলনা করা হয়।



৩। চেকসাম (Checksum) :

Checksum—Operation at sender's side

১। প্রথমত, m বিটের ডাটার প্রতিটিকে k সেগমেন্টে বিভক্ত করা হয়।

২। প্রেরকের প্রাপ্তে যোগফল পেতে 1-এর পরিপূরক গাণিতিক ব্যবহার করে বিভাগগুলো যোগ করা হয়। চেকসাম যোগফল পরিপূরক হয়।

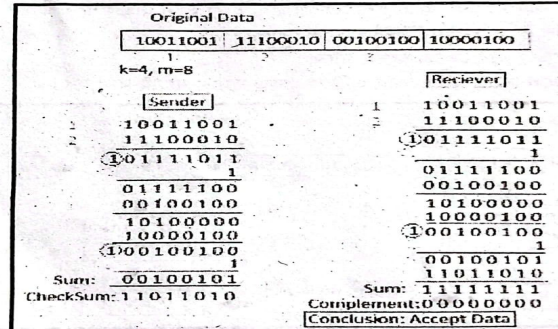
৩। চেকসাম সেগমেন্ট ডাটা সেগমেন্টের সাথে পাঠানো হয়।

Checksum—Operation at receiver's side

১। প্রাপকের প্রাপ্তে যোগফল পেতে 1-এর পরিপূরক গাণিতিক ব্যবহার করে সমস্ত প্রাপ্ত অংশ যোগ করা হয়।

২। যোগফল পরিপূরক করা হয়।

৩। ফলাফল শূন্য হলে প্রাপ্ত তথ্য গ্রহণ করা হয়, অন্যথায় বাতিল করা হয়।



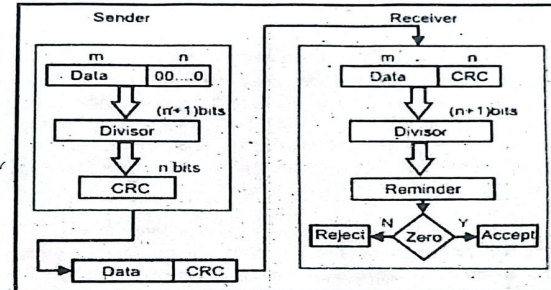
Cyclic Redundancy Check (CRC) :

১। চেকসাম কিমের বিপরীত, যা কি না যোগের উপর ভিত্তি করে। CRC বাইনারি ভাগের উপর ভিত্তি করে।

২। নিআরলি-তে অপ্রয়োজনীয় বিটগুলোর একটি ক্রম, যাকে সাইক্লিক রিডানডেন্সি চেক বিট বলা হয়। ডাটা ইউনিটের শেষে যুক্ত করা হয় যাতে ফলস্বরূপ ডাটা ইউনিটটি একটি সেকেন্ড, পূর্বনির্ধারিত বাইনারি সংখ্যা দ্বারা ঠিক বিভাজ্য হয়।

৩। ডেস্টিনেশন প্রাপ্তে ইনকামিং ডাটা ইউনিটকে একই সংখ্যা দ্বারা ভাগ করা হয়। যদি এ ধাপে কোনো অবশিষ্ট না থাকে, ডাটা ইউনিট সঠিক বলে ধরে নেওয়া হয় এবং তাই গৃহীত হয়।

৪। একটি অবশিষ্টাংশ নির্দেশ করে যে ডাটা ইউনিটটি ট্রানজিটে ক্ষতিগ্রস্ত হয়েছে এবং তাই প্রত্যাখ্যান করা আবশ্যিক।



অধ্যায় ৯

নেটওয়ার্ক মডেল এবং স্ট্যান্ডার্ড

ও.এস.আই এবং টি.সি.পি.আই. পি মডেল:

- **ওএসআই মডেল:**

একটি আইওএস স্ট্যান্ডার্ড যা নেটওয়ার্ক যোগাযোগের সমস্ত দিক কভার করে তা হল ওপেন সিস্টেম ইন্টারকানেকশন মডেল।

একটি ওপেন সিস্টেম হল প্রটোকলের একটি সেট যা যেকোনো দুটি ভিন্ন সিস্টেমকে যোগাযোগের অনুমতি দেয়। ওএসআই মডেলের উদ্দেশ্য হলো কিভাবে যোগাযোগ সহজতর করা যায়।

- **টিসিপি আই পি মডেল:**

ট্রান্সমিশন কন্ট্রোল প্রটোকল /ইন্টারনেট প্রটোকল একে সংক্ষেপে টিসিপি আইপি বলে। টি সি পি আই পি সারাবিশ্বে ইন্টারনেটের জন্য ব্যবহৃত একটি আদর্শ প্রটোকল। এখানে টি সি পি এবং আইপি দুটি প্রোটকল একসাথে কাজ করে।

ওএসআই মডেলের বর্ণনা:

ক. ফিজিক্যাল লেয়ার

খ. ডাটা লিংক লেয়ার

গ. নেটওয়ার্ক লেয়ার

ঘ. ট্রান্সপোর্ট লেয়ার

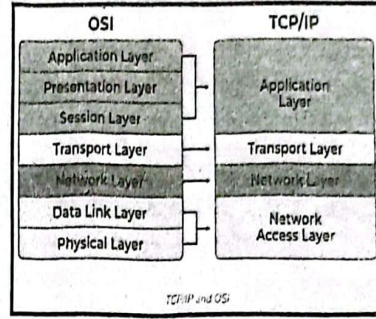
ঙ. সেশন লেয়ার

চ. প্রেজেন্টেশন লেয়ার

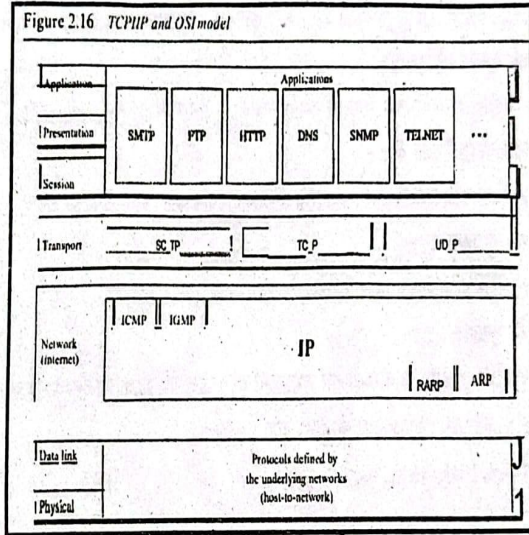
ছ. এপ্লিকেশন লেয়ার

TCP/IP এবং OSI মডেলের আন্তঃসংযোগ (Interconnection model of TCP/IP and OSI) :

TCP/IP চারটি স্তর দিয়ে তৈরি। যার Network Access Layer, OSI মডেলের Data link এবং Physical layer-এর সমন্বয়ে তৈরি। OSI মডেলের তিনটি শীর্ষ স্তর TCP/IP-এর একটি একক স্তর দ্বারা উপস্থাপিত হয় যাকে অ্যাপ্লিকেশন স্তর বলা হয়।



চিত্র : ৯.১০



TCP/IP প্রটোকল আর্কিটেকচারের প্রতিটি লেয়ারের কাজ (Functions of each layer of TCP/IP protocol architecture) :

TCP/IP প্রটোকল আর্কিটেকচারের মূলত পাঁচটি লেয়ার নিয়ে গঠিত, যথা—

- (ক) ফিজিক্যাল লেয়ার (Physical layer)
- (খ) নেটওয়ার্ক লেয়ার (Network layer)
- (গ) ইন্টারনেট লেয়ার (Internet layer)
- (ঘ) ট্রান্সপোর্ট লেয়ার (Transport layer)
- (ঙ) অ্যাপ্লিকেশন লেয়ার (Application layer)।

এখানে প্রতিটি লেয়ারের কাজ বর্ণনা করা হলো—

- (ক) **ফিজিক্যাল লেয়ার (Physical layer)** : এটি ডাটা ট্রান্সমিশন ডিভাইস (যেমন— ওয়্যাক্টেশন, কম্পিউটার) এবং ট্রান্সমিশন মিডিয়াম অথবা নেটওয়ার্কের মধ্যে ফিজিক্যাল ইন্টারফেস (Physical interface) তৈরি করে। এটি ট্রান্সমিশন মিডিয়ামের বৈশিষ্ট্য, সিগন্যালের প্রকৃতি, ডাটা রেট ইত্যাদির বৈশিষ্ট্য নির্দেশ করে।
- (খ) **নেটওয়ার্ক লেয়ার (Network layer)** : এটি একটি End system (Server, workstation etc) এবং নেটওয়ার্কের মধ্যে ডাটা বিনিময় (Exchange) করে। Sending computer অবশ্যই গন্তব্য কম্পিউটারের ঠিকানা বলে দিবে। ফলে নেটওয়ার্ক সেই Route অনুযায়ী গন্তব্যে ডাটা পাঠাতে সক্ষম হবে।
- (গ) **ইন্টারনেট লেয়ার (Internet layer)** : এটি রাউটার কর্তৃক সংযুক্ত এক বা একাধিক নেটওয়ার্কের উৎস হোস্ট থেকে গন্তব্য বা ডেস্টিনেশন হোস্টে ডাটা রাউটিং-এর কাজ করে।
- (ঘ) **ট্রান্সপোর্ট লেয়ার (Transport layer)** : এ লেয়ারে ডাটা ট্রান্সফারের বিশ্বস্ততা বা রিলাইয়াবিলিটি মেকানিজম অন্তর্ভুক্ত আছে। এটি নেটওয়ার্ক সিস্টেমে ইন্ড-টু-ইন্ড ডাটা ট্রান্সফার সার্ভিস প্রদান করে।
- (ঙ) **অ্যাপ্লিকেশন লেয়ার (Application layer)** : ভিন্ন ভিন্ন হোস্টের প্রসেস বা অ্যাপ্লিকেশনসমূহের সাথে যোগাযোগ স্থাপনের কাজটি এ লেয়ারের মধ্যে সম্পূর্ণ হবে। বিভিন্ন ইউজার অ্যাপ্লিকেশনের মধ্যে প্রয়োজনীয় লজিক সাপোর্ট দেয়ার দায়িত্ব অ্যাপ্লিকেশন লেয়ারের।

অধ্যায় ১০

ডাটা লিংক লেয়ার এবং সুইচিং টেকনিক

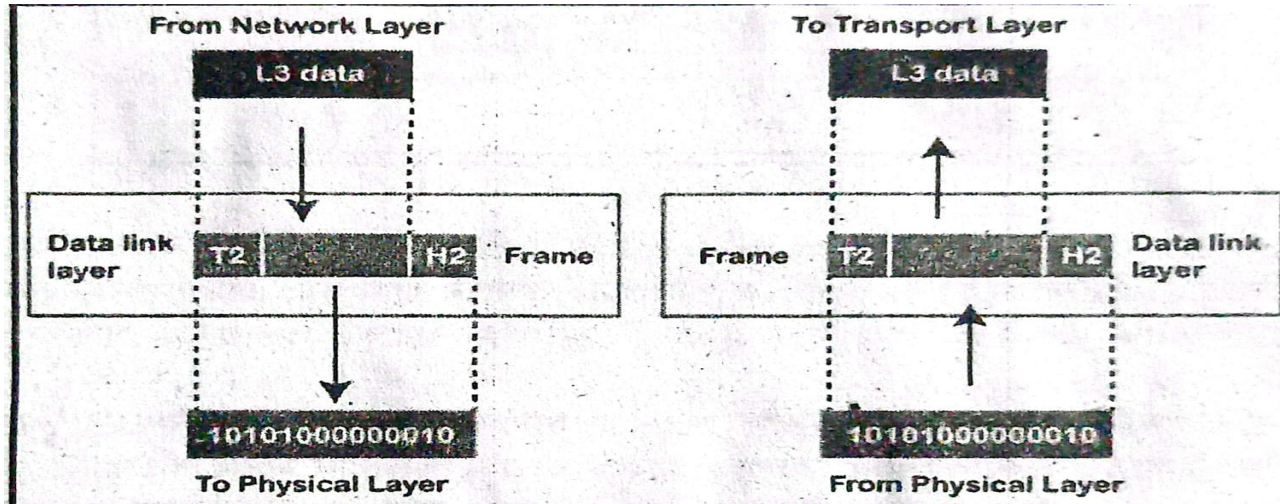
ডাটা লিংক লেয়ার এর কাজ:

ফ্রেমিং : ডাটা লিংক লেয়ার ফিজিকাল লেয়ারের বিট স্ট্রিমকে প্যাকেটে অনুধাবন করে যা ফ্রেম নামে পরিচিত। ডাটা লিংক স্তর ফ্রেমে হেডার এবং ট্রেলার যোগ করে ফ্রেমে যোগ করা হেডারে হার্ডওয়ার গন্তব্য এবং উৎস ঠিকানা রয়েছে।

ফিজিক্যাল অ্যাড্রেসিং: ডাটা লিংক লেয়ারের ফ্রেমে একটি হেডার যোগ করে যাতে একটি ডেসটিনিশন এড্রেস থাকে।

ফ্রাটি নিয়ন্ত্রণ : ডাটা লিংক স্তর নির্ভরযোগ্যতা যোগ করার মাধ্যমে ফিজিক্যাল স্তরে হারিয়ে যাওয়া ফ্রেমগুলো সনাক্ত এবং পুনরায় প্রেরণ করা যায়।

অ্যাক্সেস নিয়ন্ত্রণ: যখন দুই বা ততোধিক ডিভাইস একই লিংকে সংযুক্ত থাকে ডাটার কোন ডিভাইসের ওপর নিয়ন্ত্রণ আছে তা নির্ভর করে ডাটা লিংক লেয়ারে প্রয়োজন।



ডাটা লিংক কন্ট্রোল প্রটোকল: ডাটা লিংক নিয়ন্ত্রণ ফাংশন গুলোর মধ্যে ফ্রেমিং প্রবাহ ও ত্রুটি নিয়ন্ত্রণ এবং সফটওয়্যার ইমপ্লিমেন্টেড প্রটোকল। যা নোটের মধ্যে ফ্রেমের মিশ্রণ এবং নির্ভরযোগ্য ট্রান্সমিশন প্রদান করে।
লিঙ্ক কন্ট্রোল প্রটোকল, লিংকগুলো স্থাপন রক্ষণাবেক্ষণ কনফিগার এবং বন্ধ করার জন্য কাজ করে থাকে। এটি দুটি ইন্ড পয়েন্ট এর অপশন সেট করার জন্য আলোচনা করে।

পিপিপি - এর দুটি অথেনটিকেশন প্রটোকল হল:-

ক. পাসওয়ার্ড অথেনটিকেশন প্রটোকল
খ. চ্যালেঞ্জ হ্যান্ডশেক অথেনটিকেশন প্রটোকল।

পাসওয়ার্ড অথেনটিকেশন: এটি হলো সহজ অথেনটিকেশন পদ্ধতি যার একটি টু স্টেপ প্রক্রিয়া রয়েছে।

ক. ব্যবহারকারী যে সিস্টেম এক্সেস করতে চায় এটি একটি অথেনটিকেশন আইডেন্টিফিকেশন সনাক্তকরণ এবং একটি পাসওয়ার্ড পাঠায়।
খ. সিস্টেম সনাক্তকরণ এবং পাসওয়ার্ড এর বৈধতা পরীক্ষা করে তারপর গ্রহণ করে অথবা সংযোগ অস্বীকার করে।

চ্যালেঞ্জ শেখ অথেনটিকেশন প্রটোকল: একটি ত্রিমুখী হ্যান্ডশেকিং অথেনটিকেশন প্রটোকল যা পি এ পি এর চেয়ে বেশি নিরাপত্তা প্রদান করে। এ পদ্ধতিতে পাসওয়ার্ড গোপন রাখা হয় এটি কখনো অনলাইনে পাঠানো হয় না।

ক. সিস্টেমটি ব্যবহারকারীকে একটি চ্যালেঞ্জ মান সহ একটি চ্যালেঞ্জ প্যাকেট পাঠায় যা সাধারণত কয়েক বাইট এর হয়ে থাকে।
খ. ব্যবহারকারী একটি পূর্ব নির্ধারিত ফাংশন প্রয়োগ করে যা চ্যালেঞ্জ এর মান ও ব্যবহারকারীর নিজের পাসওয়ার্ড নেয় এবং একটি ফলাফল তৈরি করে। ব্যবহারকারীর রেসপন্স প্যাকেট করে ফলাফল সিস্টেম পাঠায়।
গ. সিস্টেম একই কাজ করে। একটি ব্যবহারকারীর পাসওয়ার্ড চ্যালেঞ্জ মান এবং একই ফাংশন প্রয়োগ করে একটি ফলাফল তৈরি করে। ফলাফল যদি প্রতিক্রিয়া প্যাকেটে পাঠানো ফলাফলের মতই হয়, অ্যাক্সেস দেওয়া হয় অন্যথায় এটি বাতিল করা হয়। সি এইচ এ পি পিএপি এর চেয়ে বেশি নিরাপদ বিশেষ করে যদি সিস্টেমে চ্যালেঞ্জ মানের ক্রমাগত পরিবর্তন হয়। এমন কে যদি অনুপ্রবেশকারী চ্যালেঞ্জ মান এবং ফলাফল জেনে নেয় তারপরেও পাসওয়ার্ড গোপন থাকে

সার্কিট সুইচড: একটি সার্কিট সুইচড নেটওয়ার্ক ফিজিক্যাল লিংক দ্বারা সংযুক্ত সুইচ গুলোর একটি সেট দিয়ে তৈরি যেখানে প্রতিটি লিংক অ্যান টি চ্যালেঞ্জ বিভক্ত।

ক. সার্কিট সুইচিং ফিজিক্যাল স্তরে সঞ্চালিত হয়।

খ. যোগাযোগ শুরু করার আগে স্টেশনগুলোকে অবশ্যই রিসোর্সের রিজার্ভে সংরক্ষণ করতে হবে। যা যোগাযোগের সময় ব্যবহার করতে হবে।

গ. এর রিসোর্সের রিজার্ভ ডাটা হস্তান্তরের পুরো সময়কালের মধ্যে অবশ্যই ডেটিকেটেড থাকতে হবে।

ঘ. দুটি স্টেশনের মধ্যে স্থানান্তরিত ডাটা প্যাকেটের চ্যাট করা হয় না।

ঙ. তথ্য উৎসের স্টেশন দ্বারা প্রেরিত এবং গন্তব্য স্টেশন দ্বারা প্রাপ্ত একটি কন্টিনিউয়াস প্রবাহ হয় যদিও কিছু সময় নীরবতা থাকতে পারে।

চ. ডাটা স্থানান্তরের সময় কোন ঠিকানা জড়িত নেই সুইচ ডাটা রুট করে তাদের এফ ডি এম বা টাইম প্লট এর উপর ভিত্তি করে। অবশ্যই সেট আপ পর্বের সময় ব্যবহৃত এন্ড টু এন্ড addressing আছে।

প্যাকেট সুইচিং:

ক. প্যাকেট সুইচিং একটি সুইচিং কোশল যেখানে ডাটাকে ছোট ছোট প্যাকেটে বিভক্ত করা হয় এবং সেগুলো পৃথকভাবে প্রেরণ করা হয়।

খ. প্যাকেটগুলো রিসিভিং প্রান্তে তাদের ক্রম অনুসারে সনাক্ত করতে একটি ইউনিক নাম্বার দেয়।

গ. প্রতিটি প্যাকেটে তার শিরোনাম কিছু তথ্য থাকে যেমন উৎস ঠিকানা গন্তব্য ঠিকানা বা ক্রম নাম্বার।

ঘ. প্যাকেটগুলো নেটওয়ার্ক জুড়ে যতটা সম্ভব সংক্ষিপ্ততম পথে ভ্রমণ করে।

ঙ. সবগুলো প্যাকেট সঠিকক্রমের রিসিভিং প্রান্তে পুনরায় একত্রিত করা হয়।

চ. যদি কোন প্যাকেট হারিয়ে যায় বা নষ্ট হয়ে যায় তবে বার্তাটি পুনরায় প্রেরণের জন্য অনুরোধ পাঠানো হয়

প্যাকেট সুইচিং এর পদ্ধতি:

ক. ডাটাগ্রাম নেটওয়ার্ক: একটি প্যাকেট সুইচড নেটওয়ার্কে কোন রিসোর্ট সংরক্ষণ নেই চাহিদা অনুযায়ী রিসোর্স বরাদ্দ করা হয় ডাটাগ্রাম সুইচিং সাধারণত নেটওয়ার্ক তরে সম্পন্ন হয়। একটি ডাটাগ্রাম নেটওয়ার্ক একটি রাউটিং টেবিল ব্যবহার করে যা গন্তব্য ঠিকানার উপর ভিত্তি করে তৈরি করা থাকে। ডাটাগ্রাম নেটওয়ার্ক এ একটি প্যাকেটের হেডারে ডেস্টিনেশন এড্রেস প্যাকেটের পুরো যাত্রার সময় একই থাকে।

খ. ভাটিকাল সার্কিট নেটওয়ার্ক



Thank You!

