অধ্যায়-১০

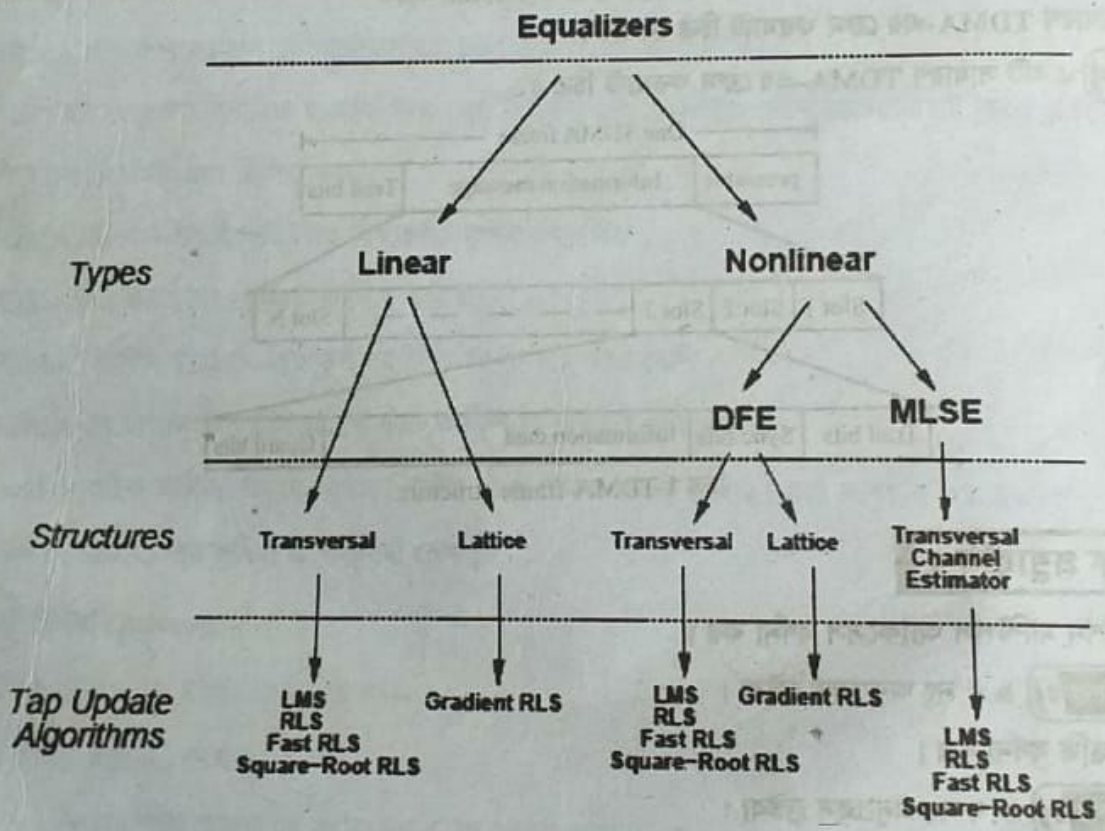
ইকুয়ালাইজেশন
(Equalization)

১০.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

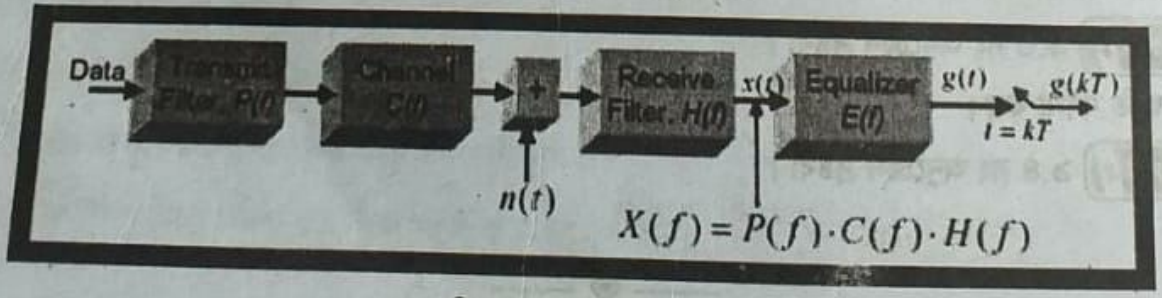
ওয়্যারলেস বা ওয়্যারড যে-কোনো কমিউনিকেশনেই সিগন্যাল একটি চ্যানেলের মধ্য দিয়ে আসে। এই ভ্রমণের সময় সিগন্যাল মূল শাপ থেকে সরে আসে অর্থাৎ সিগন্যালে কিছু নয়েজ যুক্ত হয়। এই নয়েজ বিভিন্ন ধরনের হয় এবং নয়েজ দূর করার জন্য বিভিন্ন কৌশল ব্যবহার করা হয়। ইকুয়ালাইজেশন এমন একটি প্রসেস যার মাধ্যমে মূল সিগন্যাল উদ্ধার করা হয়।

১০.১ ইকুয়ালাইজেশনের মৌলিক ধারণা (Fundamental of equalization) ঃ

ইকুয়ালাইজেশন ব্যবহার করা হয় Inter Symbol Interface (ISI) দূর করার জন্য। যখন কোনো মাল্টিপাথ ট্রান্সমিশন হয় তখন স্বাভাবিকভাবেই সিগন্যাল রিসিভারে অনেক মাল্টিপাথ ঘুরে আসে। এর ফলে ISI হয়। এই ISI-কে ওভারকাম করার জন্যই ইকুয়ালাইজেশন দরকার হয়। অনেক পালস শেপিং টেকনিকের মাধ্যমে ISI দূর করা যায়। কিন্তু এটা করতেও অনেক বাধার সৃষ্টি হয়। তাই ইকুয়ালাইজেশন ব্যবহার করা সহজ হয়। কোনো রিসিভারের ইকুয়ালাইজার ঐ চ্যানেলের অ্যামপ্লিচিউড ও ডিলে বৈশিষ্ট্যের সাথে সমন্বয় করে মূল সিগন্যালকে ফেরত আনে। অর্থাৎ এটি একটি আনডু প্রসেস (Undo process) হিসাবে কাজ করে।



চিত্র ঃ ১০.১ Types of equalizers



চিত্র ঃ ১০.২ Equalizer

অনুশীলনী-১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ইকুয়ালাইজেশন কেন ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ ইকুয়ালাইজেশন ব্যবহার করা হয় Inter symbol Interface (ISI) দূর করার জন্য।

২। **ISI কখন হয়?**

উত্তর ঃ যখন কোনো মাল্টিপাথ ট্রান্সমিশন হয় তখন স্বাভাবিকভাবেই সিগন্যাল রিসিভারে অনেক মাল্টিপাথ ঘুরে আসে। এর ফলে ISI হয়।

৩। **লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন কাকে বলে?**

উত্তর ঃ যে ইকুয়ালাইজেশনে কোনো ফিডব্যাক পাথ থাকে না, তাকে লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন বলে।

৪। **লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন কয় প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন দুই প্রকারের হয়, যথা–

* Zero-forcing
* Minimum Mean Square Error (MMSE).

৫। **নন-লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন কাকে বলে?**

উত্তর ঃ পরিবর্তনশীল আউটপুটের জন্য যে ইকুয়ালাইজার ফিডব্যাক প্রদান করে, তাকে নন-লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন কেন ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ ব্যবহার ঃ

– নয়েজ দূরীকরণে

–হ্যান্ডস ফ্রি ইয়ারফোনে

– এয়ারক্রাফ্‌ট হেডফোনে।

২। **নন-লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন কয় ধরনের হয় ও কী কী?**

উত্তর ঃ নন-লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন তিন ধরনের হয়, যথা ঃ

(i) Decision Feedback Equalization (DFE)
(ii) Maximum Likelihood Symbol Detection (MLSD)
(iii) Maximum Likelihood Sequence Estimation (MLSE).

৩। **কোথায় কোথায় ইকুয়ালাইজেশন ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ কমিউনিকেশনের গ্রহণযোগ্যতা রক্ষার জন্য ইকুয়ালাইজেশন করা প্রয়োজন। বিভিন্ন ধরনের কমিউনিকেশন থ্রেট (threats) দূর করার জন্য ইকুয়ালাইজেশন ব্যবহার করা হয়, যেমন–

– Inter Symbol Interference (ISI)
– Multipath Propagation
– Co-channel interference
– Presence of noise in the channel.

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **ইকুয়ালাইজেশনের মৌলিক ধারণা বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ১০.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১০.২ লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন (Linear equalization) ঃ

যে ইকুয়ালাইজেশনে কোনো ফিডব্যাক পাথ থাকে না, তাকে লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন বলে। লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন দুই প্রকারের হয়, যথা–

* Zero-forcing
* Minimum Mean Square Error (MMSE).

লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশনের সুবিধা হলো এটি চ্যানেলের জন্য অনুকূল হয় এবং একবার ক্যালকুলেট হয়ে গেলে এটি ইকুয়ালাইজারকে ফিড করতে পারে। এ ছাড়া অসুবিধা হলো এর প্রসেসিং অনেক দেরি হয় এবং এটি পরিবর্তনশীল চ্যানেলের ক্ষেত্রে অ্যাডাপটিভ নয়। নন-লিনিয়ার চ্যানেলের জন্য এই ইকুয়ালাইজেশন কার্যকর নয়।

ব্যবহার ঃ

– নয়েজ দূরীকরণে

–হ্যান্ডস ফ্রি ইয়ারফোনে

– এয়ারক্রাফ্‌ট হেডফোনে।

১০.৩ নন-লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন (Non-linear equalization) ঃ

পরিবর্তনশীল আউটপুটের জন্য যে ইকুয়ালাইজার ফিডব্যাক প্রদান করে, তাকে নন-লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন বলে। নন-লিনিয়ার চ্যানেলের জন্য নন-লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন দরকার হয়। প্রধানত নিউরাল নেটওয়ার্ক (NN) ও মাল্টিলেয়ার পারসেপশন (MLP) আলগরিদমে এই ইকুয়ালাইজেশন কেবল ব্যবহৃত হয়। নন-লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশনে BER (Bit error ratio) অনেক ভালো পাওয়া যায়।

নন-লিনিয়ার ইকুয়ালাইজেশন তিন ধরনের হয়, যথা ঃ

(i) Decision Feedback Equalization (DFE)

(ii) Maximum Likelihood Symbol Detection (MLSD)

(iii) Maximum Likelihood Sequence Estimation (MLSE).

১০.৪ ওয়্যারলেস কমিউনিকেশনে ইকুয়ালাইজেশনের ব্যবহার (Application of equalization in wireless communication) ঃ

কমিউনিকেশনের গ্রহণযোগ্যতা রক্ষার জন্য ইকুয়ালাইজেশন করা প্রয়োজন। বিভিন্ন ধরনের কমিউনিকেশন থ্রেট (Threats) দূর করার জন্য ইকুয়ালাইজেশন ব্যবহার করা হয়, যেমন–

– Inter Symbol Interference (ISI)

– Multipath Propagation

– Co-channel interference

– Presence of noise in the channel.