

Base station

**বেস স্টেশন** হল একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান যা সেলুলার নেটওয়ার্কে মোবাইল ফোন বা অন্যান্য ওয়্যারলেস ডিভাইসগুলির সাথে যোগাযোগ স্থাপন করতে ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত একটি স্থির অবকাঠামো যা বিভিন্ন সেলুলার সিগন্যাল সংক্রমণ ও গ্রহণ করে, এবং এর মাধ্যমে মোবাইল ডিভাইসগুলো কেন্দ্রীয় নেটওয়ার্কের সাথে সংযুক্ত থাকে।

**MTSO (Mobile Telephone Switching Office)**, বাংলা ভাষায় **মোবাইল টেলিফোন সুইচিং অফিস** বা **মোবাইল টেলিফোন সুইচিং কেন্দ্র**, হল একটি কেন্দ্রীয় নোড বা কেন্দ্র যা একটি সেলুলার নেটওয়ার্কের সমস্ত বেস স্টেশন পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণ করে। এটি মোবাইল নেটওয়ার্কের একটি মূল অংশ যা মোবাইল ব্যবহারকারীদের কল এবং ডেটা ট্রাফিক প্রক্রিয়াকরণ ও সংযোগের সুবিধা প্রদান করে

**রোমার (Roamer)** বলতে এমন একজন মোবাইল ব্যবহারকারীকে বোঝানো হয়, যিনি নিজের হোম নেটওয়ার্ক বা মূল সেবা এলাকায় না থেকে অন্য একটি ভিন্ন নেটওয়ার্ক এলাকায় অবস্থান করছেন এবং সেই অঞ্চলের নেটওয়ার্ক ব্যবহার করছেন। এটি সাধারণত ঘটে যখন একজন মোবাইল ব্যবহারকারী দেশের ভিন্ন কোনো অঞ্চলে বা বিদেশে যান এবং সেখানে তার নিজের সেলুলার অপারেটরের পরিবর্তে স্থানীয় অপারেটরের নেটওয়ার্ক যুক্ত হন।

**ফ্রিকোয়েন্সি রিইউজ (Frequency Reuse)** হল একটি প্রযুক্তি যা সেলুলার নেটওয়ার্কে ব্যবহৃত হয়, যেখানে একই রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি একাধিক সেলে পুনরায় ব্যবহার করা হয়। এই কৌশলটি সেলুলার যোগাযোগের কার্যকারিতা এবং সক্ষমতা বাড়াতে সহায়তা করে। ফ্রিকোয়েন্সি রিইউজ নেটওয়ার্কের ভেতরে উচ্চ ট্রাফিক সহনশীলতা এবং সর্বাধিক বৈশিষ্ট্যবাহী ব্যবহারের সুবিধা নিয়ে আসে।

**ফ্রিকোয়েন্সি রিইউজের মূল ধারণা**

1. **সেল এবং ক্লাস্টার:**

- সেলুলার নেটওয়ার্কে, অঞ্চলটি ছোট ছোট সেলে বিভক্ত করা হয়। প্রতিটি সেলে নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড রয়েছে।
- সেলগুলিকে একটি ক্লাস্টারে সংগঠিত করা হয়, যেখানে প্রতিটি ক্লাস্টারে আলাদা ফ্রিকোয়েন্সি সেট থাকে।

2. **ক্লাস্টার (Cluster)** একটি সেলুলার নেটওয়ার্কের একটি গুরুত্বপূর্ণ ধারণা, যা বিশেষ করে ফ্রিকোয়েন্সি রিইউজ এবং সেলুলার আর্কিটেকচারের সাথে সম্পর্কিত। সাধারণভাবে, ক্লাস্টার হল সেলুলার সিস্টেমের একটি গ্রুপ যেখানে কয়েকটি সেল একসাথে কাজ করে এবং একটি নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সি সেট ব্যবহার করে

**হ্যান্ডঅফ (Handoff)** হল একটি প্রক্রিয়া যা মোবাইল যোগাযোগে ব্যবহৃত হয়, যেখানে একটি চলমান কল বা ডেটা সেশন চলাকালীন মোবাইল ডিভাইসটি একটি সেল থেকে অন্য সেলে সুইচ করে। এটি সাধারণত

তখন ঘটে যখন ব্যবহারকারী চলাফেরা করছেন এবং একটি সেলের সিগন্যাল দুর্বল হয়ে যাচ্ছে, তখন নেটওয়ার্ক স্বয়ংক্রিয়ভাবে অন্য একটি সেল থেকে শক্তিশালী সিগন্যাল গ্রহণ করতে সাহায্য করে।

## হ্যান্ডঅফের প্রকারভেদ

হ্যান্ডঅফ সাধারণত দুই ধরনের হয়:

### 1. প্রকার ১: সরাসরি হ্যান্ডঅফ (Hard Handoff):

- এই প্রক্রিয়ায়, মোবাইল ডিভাইস প্রথমে নতুন সেলে সংযোগ স্থাপন করে এবং তারপরে পুরানো সেলটি বিচ্ছিন্ন করে।
- এটি সাধারণত একবারে দুটি সেলের মধ্যে সিগন্যাল থাকে না, তাই এটি একটি "ব্রেক" নিয়ে আসে।

### 2. প্রকার ২: নরম হ্যান্ডঅফ (Soft Handoff):

- এই প্রক্রিয়ায়, মোবাইল ডিভাইস একসাথে পুরানো সেল ও নতুন সেলের সঙ্গে সংযুক্ত থাকে।
- নতুন সেলের সিগন্যাল শক্তিশালী হলে পুরানো সেলটি বিচ্ছিন্ন করা হয়।
- এটি ব্যবহারকারীকে কোনও ব্রেক ছাড়াই কল বা ডেটা সেশন চালিয়ে যেতে দেয়।

**চ্যানেল বরাদ্দ প্রযুক্তি (Channel Allocation Technique)** হল একটি প্রক্রিয়া যা মোবাইল যোগাযোগ ব্যবস্থায় বিভিন্ন ব্যবহারকারীদের মধ্যে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি চ্যানেলগুলির কার্যকর এবং দক্ষ ব্যবহার নিশ্চিত করে। এটি বিভিন্ন মোবাইল ডিভাইসের মধ্যে সিগন্যাল বিতরণ করে এবং সেলুলার নেটওয়ার্কের ক্ষমতা বৃদ্ধি করে। চ্যানেল বরাদ্দের বিভিন্ন পদ্ধতি রয়েছে, যা নিচে আলোচনা করা হলো:

### ১. স্ট্যাটিক চ্যানেল বরাদ্দ (Static Channel Allocation)

- এই পদ্ধতিতে নির্দিষ্ট সংখ্যক চ্যানেল একটি নির্দিষ্ট এলাকায় বরাদ্দ করা হয়।
- ব্যবহারকারী যখন কল করে তখন তাকে একটি নির্দিষ্ট চ্যানেল দেওয়া হয় এবং সেই চ্যানেলটি ব্যবহৃত হয় যতক্ষণ না কলটি শেষ হয়।
- উদাহরণস্বরূপ, GSM সিস্টেমে সাধারণত স্ট্যাটিক বরাদ্দ ব্যবহার করা হয়।

### ২. ডায়নামিক চ্যানেল বরাদ্দ (Dynamic Channel Allocation)

- এই পদ্ধতিতে চ্যানেলগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে বরাদ্দ করা হয়।
- যখন নতুন একটি কল আসে, তখন সিস্টেম উপলব্ধ চ্যানেলগুলির মধ্যে থেকে একটি চ্যানেল বরাদ্দ করে।
- এটি অধিক কার্যকরী কারণ এটি চ্যানেলের ব্যবহার বৃদ্ধি করে এবং অপ্রয়োজনীয় ফাঁকা চ্যানেল এড়ায়।

**সেলুলার নেটওয়ার্ক (Cellular Network)** হলো একটি মোবাইল যোগাযোগ ব্যবস্থা, যা বৃহৎ ভূগোলিক অঞ্চলে সেলুলার প্রযুক্তির মাধ্যমে মোবাইল ফোন, ট্যাবলেট এবং অন্যান্য ডিভাইসগুলোর জন্য যোগাযোগ সেবা প্রদান করে। এই নেটওয়ার্কে ভৌগোলিক এলাকা ছোট ছোট সেলে ভাগ করা হয়, যেখানে প্রতিটি সেল একটি নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড ব্যবহার করে।

### সেলুলার নেটওয়ার্কের মূল বৈশিষ্ট্য

1. **সেল:** সেলুলার নেটওয়ার্কের মৌলিক একক হলো সেল। প্রতিটি সেল একটি নির্দিষ্ট ভূগোলিক এলাকা কভার করে এবং সেলটিতে একাধিক ব্যবহারকারী মোবাইল সিগন্যাল পায়।
2. **বেস স্টেশন:** প্রতিটি সেলে একটি বেস স্টেশন (Base Station) থাকে, যা মোবাইল ডিভাইসের সাথে সংযোগ স্থাপন করে এবং সিগন্যাল প্রেরণ ও গ্রহণ করে।
3. **মোবাইল টেলিফোন সিস্টেম অপারেটর (MTSO):** এটি একটি কেন্দ্রীয় সিস্টেম যা বিভিন্ন সেলুলার নেটওয়ার্ক সেলগুলির মধ্যে যোগাযোগ সমন্বয় করে এবং সিস্টেমের নিয়ন্ত্রণ ও পরিচালনা করে।
4. **ফ্রিকোয়েন্সি রিইউজ:** সেলুলার নেটওয়ার্কে একই ফ্রিকোয়েন্সি অন্য সেলগুলোতে পুনরায় ব্যবহার করা হয়, তবে সেলগুলোর মধ্যে যথেষ্ট দূরত্ব থাকতে হবে যাতে ইন্টারফেরেন্স না হয়।

**এএমপিএস (AMPS) বা অ্যাডভান্সড মোবাইল ফোন সিস্টেম (Advanced Mobile Phone System)** হলো একটি অ্যানালগ মোবাইল ফোন প্রযুক্তি যা প্রথমবারের মতো ১৯৮০ সালের দিকে যুক্তরাষ্ট্রে চালু করা হয়। এটি ১জি (প্রথম প্রজন্মের) সেলুলার নেটওয়ার্কের অন্যতম একটি উদাহরণ এবং এই প্রযুক্তিটি মোবাইল ফোনের প্রথম বাণিজ্যিক ব্যবহারের ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করেছে।

### AMPS এর মূল বৈশিষ্ট্য

1. **অ্যানালগ প্রযুক্তি:** AMPS একটি অ্যানালগ সিস্টেম, যার মানে এটি সিগন্যাল প্রক্রিয়াকরণে অ্যানালগ সিগন্যাল ব্যবহার করে। এটি ডিজিটাল প্রযুক্তির ব্যবহার করে না, যা সিগন্যালের নিরাপত্তা ও গুণগত মানের দিক থেকে কিছু সীমাবদ্ধতা সৃষ্টি করে।
2. **ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহার:** AMPS সিস্টেমে ৮৩৩.৫ থেকে ৮৮৮.০ মেগাহার্টজ ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড ব্যবহার করা হয়। এটি ৩০ কিলোহার্টজ চ্যানেল স্পেসিং ব্যবহার করে, যা প্রতি চ্যানেলে একক কলের জন্য বরাদ্দ করা হয়।
3. **কলের গুণমান:** AMPS এর কলের গুণমান তুলনামূলকভাবে ভালো ছিল, কিন্তু এর তুলনায় ডিজিটাল সিস্টেমের চেয়ে কম নিরাপত্তা ছিল, যা কথোপকথনকে ইন্টারসেপ্ট করার সম্ভাবনা তৈরি করেছিল।
4. **সেলুলার আর্কিটেকচার:** AMPS সেলুলার নেটওয়ার্ক আর্কিটেকচারে নির্মিত, যেখানে সেলগুলি একে অপরের সাথে সংযুক্ত থাকে এবং সিগন্যাল স্থানান্তর করে। এটি ফ্রিকোয়েন্সি রিইউজের মাধ্যমে কার্যকরভাবে ব্যবহৃত হয়।

**সেক্টরিং (Sectoring)** হল একটি প্রযুক্তি যা সেলুলার নেটওয়ার্কে ব্যবহৃত হয়, যেখানে একটি সেলকে একাধিক অংশ বা সেক্টরে বিভক্ত করা হয়। এই পদ্ধতির উদ্দেশ্য হলো সেলুলার সিস্টেমের কার্যকারিতা ও ক্ষমতা বৃদ্ধি করা এবং ব্যবহারকারীদের জন্য উন্নত সিগন্যাল গুণমান নিশ্চিত করা।

**মোবাইল আইপি (Mobile IP)** হলো একটি প্রোটোকল যা মোবাইল ডিভাইসগুলিকে বিভিন্ন নেটওয়ার্কের মধ্যে চলাচল করার সময় তাদের IP ঠিকানা পরিবর্তন না করেই যোগাযোগ করার সক্ষমতা প্রদান করে। এটি বিশেষভাবে ডিজাইন করা হয়েছে যাতে ব্যবহারকারীরা তাদের মোবাইল ডিভাইসের মাধ্যমে একটি স্থায়ী IP ঠিকানা বজায় রাখতে পারেন, যদিও তারা নেটওয়ার্ক পরিবর্তন করে বা এক সেল থেকে অন্য সেলে চলে যায়।

**ডব্লিউএমএল (WML) বা ওয়েব মার্কআপ ল্যাঙ্গুয়েজ (Wireless Markup Language)** হলো একটি মার্কআপ ভাষা যা বিশেষভাবে মোবাইল ডিভাইসের জন্য তৈরি করা হয়েছে। এটি মোবাইল ওয়েবসাইট এবং অ্যাপ্লিকেশন নির্মাণের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে, যেখানে সীমিত স্ক্রিনের আকার এবং কম প্রসেসিং ক্ষমতার কারণে সাধারণ HTML এর তুলনায় ভিন্ন কিছু প্রয়োজন হয়।

**পেজিং (Paging)** হলো একটি যোগাযোগ পদ্ধতি যা মূলত মোবাইল নেটওয়ার্কে ব্যবহারকারীদেরকে কল, মেসেজ বা অন্যান্য তথ্যের জন্য অস্থায়ীভাবে সিগন্যাল পাঠানোর প্রক্রিয়া। এটি সাধারণত মোবাইল টেলিফোনি এবং ডেটা পরিষেবাগুলিতে ব্যবহৃত হয়, যেখানে ডিভাইসগুলি সক্রিয় না থাকলে তাদের জন্য সিগন্যালের প্রয়োজন হয় না।

**কর্ডলেস টেলিফোন (Cordless Telephone)** হলো একটি ধরনের টেলিফোন ডিভাইস যা ফোনের বেস স্টেশনের সাথে তার বা কেবল ব্যবহার না করে কাজ করে। এটি ব্যবহারকারীদের মোবাইল ফোনের মতো সুবিধা প্রদান করে, যেখানে তারা বাড়ির মধ্যে বা নির্দিষ্ট একটি রেঞ্জের মধ্যে হাঁটতে বা চলাফেরা করতে পারে।

**পাথ লস মডেল (Path Loss Model)** হলো একটি তাত্ত্বিক মডেল যা মোবাইল যোগাযোগ ব্যবস্থায় সিগন্যালের শক্তি কমানোর প্রক্রিয়াকে বর্ণনা করে। যখন সিগন্যালটি একটি এন্টেনা থেকে অন্য এন্টেনায় পৌঁছায়, তখন এটি বিভিন্ন কারণে শক্তি হারায়, যা পাথ লস হিসাবে পরিচিত।

#### পাথ লসের কারণ

১. **ডিস্ট্যান্স লস:** সিগন্যালটি যত দূরে চলে যায়, তত বেশি শক্তি হারায়। এটি সাধারণত একটি গুরুত্বপূর্ণ কারণ।
২. **বাধা:** সিগন্যালটি বিভিন্ন বাধার (যেমন ভবন, গাছ, পাহাড়) মাধ্যমে চলার সময় শক্তি হারাতে পারে।
৩. **বায়ুমণ্ডলীয় অবস্থা:** বায়ুমণ্ডলীয় অবস্থার পরিবর্তন (যেমন বৃষ্টি, তুষার, কুয়াশা) সিগন্যালের শক্তিতে প্রভাব ফেলতে পারে।
৪. **মাল্টিপাথ প্রভাব:** সিগন্যালটি বিভিন্ন পথে (রিফ্লেকশন, ডিসপারশন) যেতে পারে, যার ফলে সিগন্যালের শক্তি কমে যায়।

**ক্যাপাসিটি এক্সপ্যানশন (Capacity Expansion)** হলো একটি প্রক্রিয়া যেখানে একটি সিস্টেমের ক্ষমতা বা সক্ষমতা বাড়ানো হয় যাতে এটি আরও বেশি ব্যবহারকারী বা ডেটা পরিচালনা করতে পারে। এটি সাধারণত মোবাইল নেটওয়ার্ক, টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেম, তথ্য কেন্দ্র এবং অন্যান্য প্রযুক্তিগত কাঠামোতে ব্যবহৃত হয়।

**স্প্রেড স্পেকট্রাম (Spread Spectrum)** হলো একটি যোগাযোগ প্রযুক্তি যা সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সি স্পেকট্রামকে প্রসারিত করে, যাতে এটি বিভিন্ন কারণে নিরাপত্তা, নির্ভরযোগ্যতা এবং প্রতিক্রিয়া উন্নত করতে সাহায্য করে। এই প্রযুক্তি সাধারণত বেতার যোগাযোগ, মোবাইল ফোন এবং অন্যান্য তথ্য প্রযুক্তিতে ব্যবহৃত হয়।

**কন্ট্রোল চ্যানেল (Control Channel)** হলো একটি বিশেষ ধরনের যোগাযোগ চ্যানেল যা মোবাইল নেটওয়ার্কে সিগন্যালের নিয়ন্ত্রণ, পরিচালনা এবং ব্যবস্থাপনার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত মোবাইল ফোনের সাথে নেটওয়ার্কের মধ্যে তথ্যের নিয়ন্ত্রণ ও সমন্বয় করার জন্য ব্যবহৃত হয়। কন্ট্রোল চ্যানেলটি ব্যবহারকারীর কল এবং ডেটা সংযোগের জন্য প্রয়োজনীয় বিভিন্ন সংকেত এবং নির্দেশনা পাঠায়।

**ফরওয়ার্ড চ্যানেল (Forward Channel)** হলো একটি যোগাযোগ চ্যানেল যা তথ্য বা সিগন্যাল প্রেরণের জন্য ব্যবহৃত হয়, সাধারণত একটি মোবাইল নেটওয়ার্কে। ফরওয়ার্ড চ্যানেল মূলত নেটওয়ার্ক থেকে ব্যবহারকারীর ডিভাইসে তথ্য পাঠানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি বিভিন্ন ধরনের তথ্য, যেমন ভয়েস কল, টেক্সট মেসেজ, বা ডেটা ট্রান্সফার প্রেরণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ।

**মোবাইল স্টেশন (Mobile Station)** হলো একটি যোগাযোগ ব্যবস্থার উপাদান যা মোবাইল নেটওয়ার্কে ব্যবহারকারী ডিভাইস হিসেবে কাজ করে। এটি সাধারণত মোবাইল ফোন, ট্যাবলেট বা অন্যান্য ডিভাইস হতে পারে যা নেটওয়ার্কের সাথে সংযুক্ত থাকে এবং তথ্য প্রেরণ ও গ্রহণ করে। মোবাইল স্টেশন মূলত দুটি অংশ নিয়ে গঠিত: মোবাইল ইউনিট (যেমন, ফোন) এবং SIM (সাবস্ক্রিপশন আইডেন্টিটি মডিউল) কার্ড।

**মোবাইল সুইচিং সেন্টার (Mobile Switching Center - MSC)** হলো একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান যা মোবাইল নেটওয়ার্কে কল পরিচালনা এবং ডেটা স্থানান্তরের কাজ করে। এটি মোবাইল যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত সুইচিং সিস্টেম, যা মোবাইল ফোন থেকে কল এবং তথ্য ট্রাফিক পরিচালনার জন্য দায়ী। মোবাইল সুইচিং সেন্টারটি মোবাইল স্টেশন, বেস স্টেশন এবং অন্যান্য নেটওয়ার্ক উপাদানের সাথে সংযুক্ত থাকে।

**রিভার্স চ্যানেল (Reverse Channel)** হলো একটি যোগাযোগ চ্যানেল যা মোবাইল নেটওয়ার্কে তথ্য প্রেরণের জন্য ব্যবহৃত হয়, যেখানে ব্যবহারকারী ডিভাইস থেকে নেটওয়ার্কে সিগন্যাল বা তথ্য প্রেরণ করা হয়। অর্থাৎ, এটি "ডিভাইস থেকে নেটওয়ার্ক" দিকে তথ্য প্রেরণের জন্য ব্যবহৃত হয়। রিভার্স চ্যানেলটি সাধারণত মোবাইল ফোনের মাধ্যমে কল বা ডেটা পাঠানোর সময় ব্যবহৃত হয়।

**সিম্প্লেক্স সিস্টেম (Simplex System)** হলো একটি যোগাযোগ ব্যবস্থা যেখানে তথ্য একদিকে প্রেরিত হয়। অর্থাৎ, সিম্প্লেক্স সিস্টেমে সিগন্যাল শুধুমাত্র একটি দিক থেকে অপর দিকের দিকে প্রেরণ করা হয় এবং বিপরীত দিকে কোন তথ্য প্রেরণ করা হয় না। এটি মূলত একক দিকের যোগাযোগের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।

**সাবস্ক্রাইবার (Subscriber)** হলো একটি ব্যক্তি বা প্রতিষ্ঠান যা একটি সেবা, যেমন মোবাইল ফোন, ইন্টারনেট, বা টেলিভিশন পরিষেবার জন্য নিবন্ধিত বা সদস্য। সাবস্ক্রাইবার সাধারণত একটি নির্দিষ্ট ফি বা চার্জের বিনিময়ে সেবা ব্যবহার করতে পারে।

**ট্রান্সমিটার (Transceiver)** হলো একটি যোগাযোগ যন্ত্র যা তথ্য প্রেরণ এবং গ্রহণ উভয় কাজই করে। এটি একটি সংমিশ্রণ যন্ত্র, যেখানে "ট্রান্সমিটার" (প্রেরক) এবং "রিসিভার" (গ্রহণকারী) উভয়ই অন্তর্ভুক্ত থাকে। ট্রান্সমিটার মূলত ডেটা, ভয়েস বা সিগন্যালের আদান-প্রদান করার জন্য ব্যবহৃত হয় এবং এটি বিভিন্ন ধরনের যোগাযোগ ব্যবস্থায় ব্যবহার করা হয়, যেমন টেলিযোগাযোগ, রেডিও যোগাযোগ এবং নেটওয়ার্কিং।

FDD বা ফ্রিকোয়েন্সি ডিভিশন ডুপ্লেক্সিং (Frequency Division Duplexing) হল এমন একটি টেকনোলজি যেখানে ডাটা ট্রান্সমিট ও রিসিভের জন্য আলাদা ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড ব্যবহার করা হয়।

এতে মোবাইল নেটওয়ার্কে আপলিঙ্ক ও ডাউনলিঙ্কের জন্য পৃথক ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ বরাদ্দ থাকে, যা একই সময়ে ডাটা আদান-প্রদানের সুবিধা দেয়। FDD-তে একটি নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড থেকে ডাটা প্রেরণ করা হয়, আর অন্য একটি ব্যান্ড থেকে ডাটা গ্রহণ করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত ব্যান্ডগুলো সাধারণত একে অপরের থেকে যথেষ্ট দূরত্বে থাকে যাতে কোনো ধরনের ইন্টারফেরেন্স না হয়।

TDD বা টাইম ডিভিশন ডুপ্লেক্সিং (Time Division Duplexing) একটি প্রযুক্তি যেখানে ডাটা ট্রান্সমিট (পাঠানো) ও রিসিভ (গ্রহণ) করার জন্য একই ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড ব্যবহার করা হয়। তবে, এই আদান-প্রদানের জন্য আলাদা আলাদা সময়ের স্লট নির্ধারণ করা হয়।

PSTN বা পাবলিক সুইচড টেলিফোন নেটওয়ার্ক (Public Switched Telephone Network) হলো একটি বৈশ্বিক টেলিফোন নেটওয়ার্ক সিস্টেম, যা কেবল টেলিফোন লাইন, ফাইবার অপটিক্স এবং অন্যান্য যোগাযোগ প্রযুক্তির মাধ্যমে গঠিত। এটি ঐতিহ্যবাহী সার্কিট-সুইচড টেলিফোন নেটওয়ার্ক যেখানে ভয়েস কল সংযোগের জন্য একটি নির্দিষ্ট চ্যানেল বরাদ্দ করা হয়।

সেলুলার টেলিফোন সিস্টেম হলো একটি মোবাইল কমিউনিকেশন সিস্টেম যা সেল ভিত্তিক কাঠামোয় বিভক্ত এবং প্রতিটি সেল একটি নির্দিষ্ট ভূ-অঞ্চল বা এলাকা কভার করে। এই সিস্টেমে মোবাইল ফোন এবং অন্যান্য মোবাইল ডিভাইসগুলো নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ ব্যবহার করে যোগাযোগ স্থাপন করে।

MSC বা মোবাইল সুইচিং সেন্টার (Mobile Switching Center) হলো সেলুলার নেটওয়ার্কের একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান, যা মোবাইল ডিভাইসগুলোর মধ্যে কল সংযোগ এবং ডাটা ট্রাফিক পরিচালনা করে। এটি সেলুলার নেটওয়ার্কে কল সেটআপ, রিসোর্স বরাদ্দ, কল রাউটিং, এবং হ্যান্ডঅফ ম্যানেজমেন্টের মতো কার্যক্রম সম্পাদন করে।

MSTO বা মোবাইল সুইচিং টার্মিনাল অফিসার (Mobile Switching Terminal Officer) মোবাইল টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেমে একটি ভূমিকা, যা মূলত মোবাইল সুইচিং সিস্টেমের কার্যক্রম পর্যবেক্ষণ এবং সমন্বয় করে। MSTO-এর দায়িত্বে থাকে সেলুলার নেটওয়ার্কের কার্যকর সংযোগ স্থাপন, রক্ষণাবেক্ষণ এবং ব্যবস্থাপনা নিশ্চিত করা।

CAI বা চ্যানেল অ্যাসাইনমেন্ট ইন্ডিকেটর (Channel Assignment Indicator) হলো একটি টেলিকমিউনিকেশন টার্ম, যা সেলুলার নেটওয়ার্কে চ্যানেল বরাদ্দ বা অ্যাসাইনমেন্ট নির্দেশ করতে ব্যবহৃত হয়। সেলুলার নেটওয়ার্কে CAI-এর সাহায্যে নির্দিষ্ট মোবাইল ডিভাইসকে নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সি বা চ্যানেল বরাদ্দ করা হয়, যাতে সঠিকভাবে কল বা ডাটা ট্রান্সমিশন কার্যক্রম সম্পন্ন করা যায়।

FVC বা ফরোয়ার্ড ভয়েস চ্যানেল (Forward Voice Channel) হলো একটি মোবাইল যোগাযোগ সিস্টেমের চ্যানেল যা বেস স্টেশন থেকে মোবাইল ডিভাইসের দিকে ভয়েস এবং সিগন্যাল ডেটা পাঠানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত ডাউনলিঙ্ক চ্যানেল হিসেবে কাজ করে, যেখানে মোবাইল নেটওয়ার্কের টাওয়ার বা বেস স্টেশন মোবাইল ডিভাইসে ডেটা প্রেরণ করে

RVC বা রিভার্স ভয়েস চ্যানেল (Reverse Voice Channel) হলো একটি চ্যানেল যা মোবাইল ডিভাইস থেকে বেস স্টেশনের দিকে ভয়েস এবং সিগন্যাল ডেটা পাঠানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত আপলিঙ্ক চ্যানেল হিসেবে কাজ করে, যেখানে মোবাইল ডিভাইস কল বা অন্যান্য ডেটা বেস স্টেশনে প্রেরণ করে।

RVC বা রিভার্স ভয়েস চ্যানেল (Reverse Voice Channel) হলো একটি চ্যানেল যা মোবাইল ডিভাইস থেকে বেস স্টেশনের দিকে ভয়েস এবং সিগন্যাল ডেটা পাঠানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত আপলিঙ্ক চ্যানেল হিসেবে কাজ করে, যেখানে মোবাইল ডিভাইস কল বা অন্যান্য ডেটা বেস স্টেশনে প্রেরণ করে

**FCC (Frequency Control Channel) এবং RCC (Radio Control Channel)** উভয়ই মোবাইল টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেমে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে, কিন্তু তাদের কার্যক্রম এবং উদ্দেশ্য ভিন্ন

RCC বা রেডিও কন্ট্রোল চ্যানেল হল একটি কমিউনিকেশন চ্যানেল যা মোবাইল নেটওয়ার্কে রেডিও সংযোগগুলোর নিয়ন্ত্রণ এবং পরিচালনার জন্য ব্যবহৃত হয়।

MIN বা মোবাইল আইডেন্টিফিকেশন নম্বর (Mobile Identification Number) হলো একটি অনন্য সনাক্তকরণ নম্বর যা একটি মোবাইল ডিভাইসের সাথে সংযুক্ত হয়। এটি সাধারণত মোবাইল নেটওয়ার্কে একটি ব্যবহারকারীর ডিভাইসের পরিচয় নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয় এবং প্রায়শই 10-15 ডিজিটের একটি সংখ্যা হয়।

চ্যানেল অ্যাসাইনমেন্ট স্ট্র্যাটেজি (Channel Assignment Strategies) সেলুলার নেটওয়ার্কে ব্যবহারকারীদের মধ্যে সীমিত ফ্রিকোয়েন্সি বা চ্যানেলের সঠিক বরাদ্দ নিশ্চিত করার জন্য গুরুত্বপূর্ণ

**ডাইনামিক চ্যানেল অ্যাসাইনমেন্ট**

ডাইনামিক চ্যানেল অ্যাসাইনমেন্ট পদ্ধতিতে চ্যানেলগুলো ব্যবহারকারীর চাহিদা অনুযায়ী বরাদ্দ করা হয়। অর্থাৎ, যখন কোনো সেলে বেশি ব্যবহারকারী থাকে, তখন সেখানে অতিরিক্ত চ্যানেল বরাদ্দ করা হয় এবং কম ব্যবহৃত সেল থেকে চ্যানেলগুলি সরানো হতে পারে। এটি নেটওয়ার্কের সক্ষমতা বাড়ায় এবং আরও বেশি ব্যবহারকারীকে সেবা দেওয়ার সুযোগ সৃষ্টি করে।

হ্যান্ডঅফ স্ট্র্যাটেজি (Handoff Strategies) হল সেলুলার নেটওয়ার্কের একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান, যা মোবাইল ডিভাইসের চলমান কল বা ডাটা সেশনের সময় এক সেল থেকে অন্য সেলে স্থানান্তরিত করার প্রক্রিয়া। সঠিক হ্যান্ডঅফ স্ট্র্যাটেজি ব্যবহারকারীদের জন্য নিরবচ্ছিন্ন যোগাযোগ নিশ্চিত করতে সহায়ক। নিচে কিছু সাধারণ হ্যান্ডঅফ স্ট্র্যাটেজি আলোচনা করা হলো:

### ১. 硬性手動 (Hard Handoff)

হার্ড হ্যান্ডঅফে, মোবাইল ডিভাইস নতুন সেলে যাওয়ার সময় পুরানো সেল থেকে সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়ে যায় এবং নতুন সেলের সাথে নতুন সংযোগ স্থাপন করা হয়। এই পদ্ধতিতে কল চলাকালীন কিছু সময়ের জন্য সংযোগ বিচ্ছিন্ন হতে পারে, কিন্তু এটি সাধারণত সোজা ও সহজ।

### ২. নরম (Soft Handoff)

নরম হ্যান্ডঅফে, মোবাইল ডিভাইস একই সময়ে পুরানো এবং নতুন সেলের সাথে সংযোগ বজায় রাখে যতক্ষণ না নতুন সেলের সাথে সংযোগ পুরোপুরি স্থাপন হয়। এটি কলের সময় সংযোগ বিচ্ছিন্ন না হওয়ার সুবিধা দেয় এবং ব্যবহারকারীর অভিজ্ঞতা উন্নত করে

**ডুয়েল টাইম (Dwell Time)** হলো একটি টেলিকমিউনিকেশন টার্ম, যা সাধারণত মোবাইল নেটওয়ার্কে ব্যবহৃত হয়। এটি বোঝায় একটি মোবাইল ডিভাইস একটি নির্দিষ্ট সেলে অবস্থান করার সময়কাল। ডুয়েল টাইমের মাধ্যমে বোঝা যায় যে মোবাইল ডিভাইসটি কতক্ষণ একটি নির্দিষ্ট সেলের সঙ্গে সংযুক্ত থাকে।

**কো-চ্যানেল ইন্টারফেরেন্স সিস্টেম (Co-Channel Interference System)** হলো একটি টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেমের অংশ যা সেলুলার নেটওয়ার্কে একাধিক সেলের মধ্যে ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহারের ফলে সৃষ্ট বিঘ্ন বা ইন্টারফেরেন্স পরিচালনা করে। যখন একাধিক সেল একই ফ্রিকোয়েন্সি বা চ্যানেল ব্যবহার করে, তখন তাদের মধ্যে কো-চ্যানেল ইন্টারফেরেন্সের সম্ভাবনা বেড়ে যায়।

**এডজেসেন্ট চ্যানেল ইন্টারফেরেন্স (Adjacent Channel Interference)** হলো টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেমের একটি সমস্যা যা তখন ঘটে যখন দুটি কাছাকাছি ফ্রিকোয়েন্সি চ্যানেল একই সময়ে ব্যবহার করা হয়। এই সমস্যা সাধারণত সেলুলার নেটওয়ার্কে দেখা যায়, যেখানে বিভিন্ন সেল একই বা কাছাকাছি ফ্রিকোয়েন্সিতে কল বা ডেটা ট্রান্সফার করছে

### ট্রাঙ্কিং (Trunking)



ট্রাফিকিং হল একটি টেলিকমিউনিকেশন কৌশল যা একাধিক কল বা ডাটা ট্রান্সফারের জন্য সীমিত সংখ্যক চ্যানেল বা লাইন ব্যবহার করে।

গারান্টেড ওভারসুবস্ক্রিপশন হল একটি পরিমাপ যা একটি নেটওয়ার্কের অভ্যন্তরে উপলব্ধ কলের সংখ্যা এবং বর্তমানে সক্রিয় কলের সংখ্যা সম্পর্কিত।

**হোল্ডিং টাইম (Holding Time)** হলো টেলিকমিউনিকেশন এবং সেলুলার নেটওয়ার্কের একটি গুরুত্বপূর্ণ পরিমাপ, যা নির্দেশ করে একটি কল বা ডাটা সেশনের সময়কাল। এটি সাধারণত একটি ব্যবহারকারী যখন একটি কল ধরে রাখে বা ডাটা ট্রান্সফার করে, সেই সময়কে বোঝায়।

**ট্র্যাফিক ইন্টেনসিটি (Traffic Intensity)** হলো একটি টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ পরিমাপ, যা নির্ধারণ করে একটি নির্দিষ্ট সময়ে একটি নেটওয়ার্কে বা সিস্টেমে ট্র্যাফিকের পরিমাণ বা চাপ কেমন। এটি সাধারণত কলের সংখ্যা, ডাটা ট্রান্সফার, অথবা নেটওয়ার্কের অন্যান্য ক্রিয়াকলাপের ভিত্তিতে হিসাব করা হয়।

**সেল স্প্লিটিং (Cell Splitting)** হলো একটি সেলুলার নেটওয়ার্কের উন্নয়ন কৌশল যা একটি বড় সেলের মধ্যে কম্পন বা সিগন্যালের চাপ হ্রাস করতে এবং ব্যবহারকারীদের জন্য উন্নত সেবা প্রদান করতে ব্যবহৃত হয়। এই প্রক্রিয়ায় একটি বৃহৎ সেলকে ছোট ছোট সেলে বিভক্ত করা হয়।

**সেক্টরিং (Sectoring)** হলো একটি সেলুলার নেটওয়ার্কের ডিজাইন কৌশল, যেখানে একটি সেলকে বিভিন্ন সেক্টরে ভাগ করা হয়। প্রতিটি সেক্টর আলাদা আলাদা রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহার করে এবং একটি বিশেষজ্ঞ বেস স্টেশন দ্বারা সেবা প্রদান করে। এই কৌশলটি সেলুলার নেটওয়ার্কের কর্মক্ষমতা এবং কার্যকারিতা উন্নত করতে ব্যবহৃত হয়।

**রেডিও ওয়েভ প্রসারণ (Radio Wave Propagation)** হলো একটি প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে রেডিও তরঙ্গ পরিবহন করা হয়, যা সিগন্যালের স্থানান্তর এবং যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি টেলিযোগাযোগের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ, বিশেষ করে সেলুলার এবং ওয়্যারলেস নেটওয়ার্কে। রেডিও তরঙ্গ বিভিন্ন মাধ্যমে এবং অবস্থায় ভ্রমণ করতে পারে এবং এটি বিভিন্ন ফ্যাক্টরের উপর নির্ভর করে।

**ফ্রি স্পেস প্রসারণ মডেল (Free Space Propagation Model)** হলো একটি তাত্ত্বিক মডেল যা রেডিও তরঙ্গের মুক্ত পরিবেশে, অর্থাৎ কোন প্রকার বাধা ছাড়াই, সিগন্যালের শক্তি এবং দূরত্বের মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা করে। এই মডেলটি সাধারণত সেলুলার নেটওয়ার্ক, ওয়্যারলেস যোগাযোগ এবং রেডিও সম্প্রচারে ব্যবহৃত হয়।

**ফ্রি স্পেস প্রসারণ মডেলের মূল বৈশিষ্ট্য:**

1. **সরাসরি লাইন অফ সাইট (Line of Sight):** ফ্রি স্পেস প্রসারণ মডেলটি ধরে নেয় যে রেডিও তরঙ্গ সরাসরি উৎস (ট্রান্সমিটার) থেকে গন্তব্য (রিসিভার) এ পৌঁছায়। এতে কোন বাধা বা প্রতিবন্ধকতা নেই, যেমন বিন্দিং বা গাছপালা।
2. **মৌলিক সূত্র:** এই মডেল অনুযায়ী, সিগন্যালের শক্তি (Received Power) এবং দূরত্বের মধ্যে সম্পর্ক নির্ধারণ করতে ব্যবহৃত মৌলিক সূত্র হলো:

$$Pr = Pt + G_t + G_r - L$$

যেখানে:

- $Pr$  = রিসিভড পাওয়ার (Received Power)
- $Pt$  = ট্রান্সমিটেড পাওয়ার (Transmitted Power)
- $G_t$  = ট্রান্সমিটারের গেইন (Transmitter Gain)
- $G_r$  = রিসিভারের গেইন (Receiver Gain)
- $L$  = লস (Loss), যা দূরত্বের সাথে বৃদ্ধি পায়।

### তিফলন (Reflection)

রেডিও তরঙ্গ যখন একটি রূপরেখা (Surface) যেমন বিন্দিং, মাটি, বা অন্য কোন স্থানের উপর পড়ে, তখন এটি প্রতিফলিত হয়। এই প্রতিফলনের মাধ্যমে তরঙ্গের একটি অংশ অন্য দিকে চলে যায়। এটি সাধারণত শহুরে পরিবেশে ঘটে, যেখানে বিন্দিং এবং অন্যান্য কাঠামো তরঙ্গকে প্রতিফলিত করে এবং সিগন্যালকে একাধিক দিক থেকে পৌঁছাতে সাহায্য করে।

### ৩. স্ক্যাটারিং (Scattering)

স্ক্যাটারিং হল একটি প্রক্রিয়া যেখানে রেডিও তরঙ্গ বিভিন্ন ছোট অবকাঠামো বা আবহাওয়ার অবস্থার কারণে বিভিন্ন দিকে ছড়িয়ে পড়ে। এটি সাধারণত ছোট বাধা, যেমন গাছপালা, দ্বি-ব্রাঞ্চ, বা অন্যান্য ছোট অবকাঠামোর কারণে ঘটে। স্ক্যাটারিং তরঙ্গের একটি অংশকে বিভিন্ন দিকে নিয়ে যায়, যা সিগন্যালের শক্তি এবং গুণগত মানকে প্রভাবিত করে।

**ডিফ্রাকশন (Diffraction)** হলো একটি প্রক্রিয়া যেখানে রেডিও তরঙ্গ বা অন্যান্য তরঙ্গ অবরোধক বস্তু দ্বারা বাঁকা হয়ে যায় এবং এর ফলে তরঙ্গের পথ পরিবর্তিত হয়। এই প্রক্রিয়াটি সাধারণত তখন ঘটে যখন তরঙ্গ কোন বাধার প্রান্তের কাছাকাছি বা একটি ছোট খাঁজের মাধ্যমে চলে যায়। ডিফ্রাকশন তরঙ্গের বিশেষত্ব যা সিগন্যালের প্রসারণ এবং যোগাযোগের ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

**ব্রুস্টার কোণ (Brewster Angle)** হলো সেই কোণ, যেখানে একটি রেডিও তরঙ্গ বা আলোক তরঙ্গ একটি পৃষ্ঠের সাথে মিলে যায় এবং প্রতিফলিত হয়। এই কোণটির বিশেষত্ব হলো, এই অবস্থানে প্রতিফলিত তরঙ্গের পোলারাইজেশন সম্পূর্ণরূপে পরিবর্তিত হয়।

**রে মডেল (Two Ray Model)** হলো একটি রেডিও তরঙ্গ প্রসারণ মডেল যা সাধারণত একটি সিগন্যালের মাধ্যমে সিগন্যালের শক্তি এবং প্রাপ্তি সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে ব্যবহৃত হয়। এই মডেলটি বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ যখন আমরা দুইটি ভিন্ন পথের মাধ্যমে সিগন্যালের প্রবাহের বিষয়টি বিবেচনা করি, যেমন সরাসরি তরঙ্গ এবং প্রতিফলিত তরঙ্গ

**ফ্রেজনেল জোন জ্যামিতি (Fresnel Zone Geometry)** হল একটি বিশেষ ধরনের জ্যামিতি যা রেডিও তরঙ্গের প্রতিফলন এবং বিচ্ছুরণ বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত দুইটি পয়েন্ট, যেমন ট্রান্সমিটার এবং রিসিভার, এর মধ্যে তরঙ্গের গতির পথ বিশ্লেষণ করতে সাহায্য করে। ফ্রেজনেল জোনগুলি তরঙ্গের গুণগত মান এবং সিগন্যালের প্রাপ্তিতে প্রভাব ফেলে

**ডারকিনস মডেল (Durkin's Model)** হলো একটি রেডিও তরঙ্গের প্রসারণ মডেল যা বিভিন্ন পরিবেশে সিগন্যালের শক্তি ও গুণগত মান বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এই মডেলটি বিশেষত শহুরে এবং পরিবেশগত প্রতিবন্ধকতার প্রভাবে তরঙ্গের আচরণ বোঝার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে

**ওকুমুরা মডেল (Okumura Model)** হলো একটি প্রখ্যাত রেডিও তরঙ্গ প্রসারণ মডেল যা শহুরে, উপশহর এবং গ্রামীণ এলাকায় রেডিও সিগন্যালের শক্তি এবং সিগন্যাল দুর্বলতা বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহৃত হয়। এই মডেলটি বিশেষত জাপানে বিকশিত হয়েছিল এবং এটি বিভিন্ন পরিবেশগত অবস্থার অধীনে সিগন্যালের আচরণ বুঝতে সাহায্য করে।

**হাটা মডেল (Hata Model)** হলো একটি জনপ্রিয় রেডিও তরঙ্গ প্রসারণ মডেল যা মূলত শহুরে এবং উপশহর এলাকায় রেডিও সিগন্যালের শক্তি এবং সিগন্যালের দুর্বলতা বিশ্লেষণের জন্য ব্যবহৃত হয়। এই মডেলটি জাপানের হাটা ও তার সহকর্মীদের দ্বারা বিকশিত হয়েছিল এবং এটি বিভিন্ন ফ্রিকোয়েন্সি এবং পরিবেশগত পরিস্থিতির অধীনে সিগন্যালের আচরণ বোঝার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে

**ব্লকিং প্রোবেবিলিটি (Blocking Probability)** হল একটি সেলুলার বা টেলিযোগাযোগ সিস্টেমে একটি গুরুত্বপূর্ণ পরিমাণ যা নির্দেশ করে যে কত শতাংশ কল বা সংযোগ ব্যর্থ হয় কারণ উপলব্ধ চ্যানেল বা রিসোর্সের অভাব রয়েছে। এটি সাধারণত তখন ঘটে যখন ব্যবহারকারীরা যখন কল করার চেষ্টা করে কিন্তু সমস্ত চ্যানেল (যেমন ভয়েস চ্যানেল) পূর্ণ থাকে।

**অফারড ট্রাফিক ইন্টেনসিটি (Offered Traffic Intensity)** হলো একটি টেলিযোগাযোগ সিস্টেমে সংযোগের জন্য আসা কলের সংখ্যা এবং তাদের স্থায়িত্বের সম্পর্ক নির্দেশ করে। এটি একটি পরিমাণ যা বোঝায় যে কতটা ট্রাফিক সিস্টেমের জন্য দেওয়া হচ্ছে, এবং এটি সাধারণত Erlangs এককে পরিমাপ করা হয়।

Erlang হল একটি ইউনিট যা নির্দেশ করে কতটা ট্রাফিক একটি টেলিযোগাযোগ সিস্টেমে অফার করা হচ্ছে। এটি মূলত গড় কলের হার এবং গড় কল স্থায়িত্বের পণ্য হিসেবে নির্ধারণ করা হয়।