

CSE 4225

Telecommunication

Course Teacher : Mr. Tanvir Ahmed

- Books :
- ① Wireless Communications and Networks ; 2nd edition
--William Stallings
 - ② Wireless Communications Principles and Practice ; 2nd edition
-- T.S. Rappaport
 - ③ Forouzan (এটা আছে। বাকি দুটা কিনতে হবে)

Quiz Question Pattern : আজগার বাবের ঘড়। conceptual question কৈলি
যাকবে। chapter এর problem ঘুলা solve করতে থাব

Quizzes

| Quiz | Date | Day | Syllabus | Markes |
|--------|------|-----|----------|--------|
| Quiz-1 | | | | |
| Quiz-2 | | | | |
| Quiz-3 | | | | |
| Quiz-4 | | | | |

Lecture-1

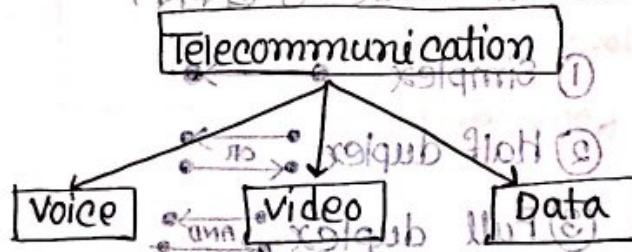
(ପ୍ରକାଶ ମହିନା ୧୯୯୭ ମେସର୍ ୨୦୧୦୦୫)

Telecommunication: ୨ ବା ତାର ସଂଖ୍ୟା ଏଣ୍ଟିଟି ଏବଂ ମଧ୍ୟ ଡିଟା ଏବଂ ମେସେଜ୍ ବା message sharing ରୁ ସହିତ କାମ କରିବାର ପାଇଁ ବ୍ୟବସାୟ ଏବଂ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ଉପରେ କାମ କରିବାର ପାଇଁ ବ୍ୟବସାୟ ଏବଂ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ଉପରେ କାମ କରିବାର ପାଇଁ

∴ telecommunication = communication at a distance.

Services: Telecommunication ଓ ସବୁର ସେବା ମୁଣ୍ଡ :

। ଚାଲାନ କରିବାର ପାଇଁ ବ୍ୟବସାୟ ଏବଂ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ଉପରେ



voice: electrical signal use କରିବାର କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର

video: electrical transmission of moving pictures & sound

Data: electrical signal use କରିବାର କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର

Elements: ୬ ଟି element

। ପାଇଁ କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର

① Source

। କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର

② Transmitter

। କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର

③ Communication channel

। କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର

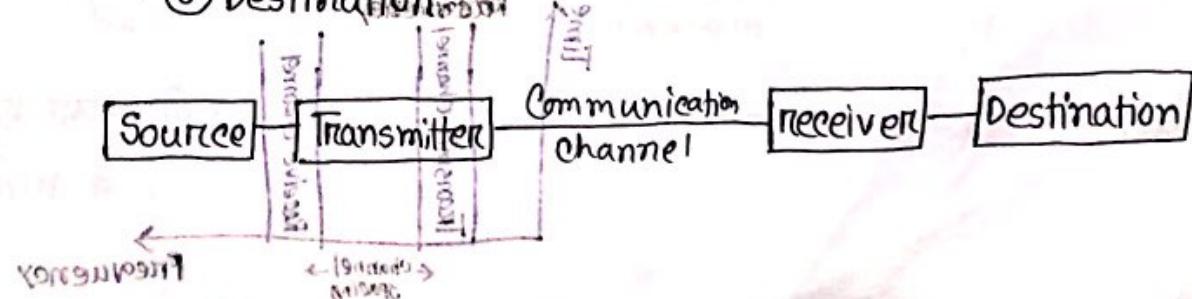
④ Transmission media

। କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର

⑤ Receiver

। କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର କାମ କରିବାର

⑥ Destination



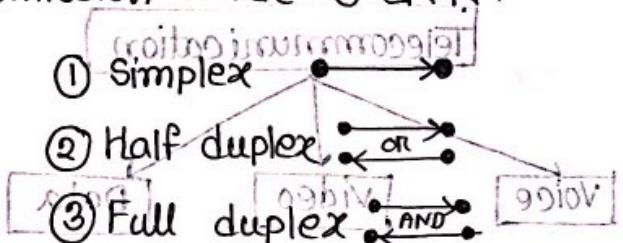
Source হচ্ছে person বা machine টি

Transmitter হচ্ছে যা msg টাকে modify করে transmission এ জন্ম।
Communication channel মানে signal কে carry করে নিয়ে যাওয়া।

Transmission media হচ্ছে অতঃ বা radio waves দ্বারা মাধ্যমে যাত।

Receiver হচ্ছে message টি নিয়ে convert করে এবং মানুষ প্রতি পাঠ।
Destination হচ্ছে person বা machine।

Modes: : এই পরিবেশ দ্বারা কৌণ্ডিনগুলির প্রকার।



Full duplex এর প্রকার:

① FDD (Frequency-division duplex)

② TDD (Time-division duplex)

① FDD: Transmit & receive করার জন্য ২টা

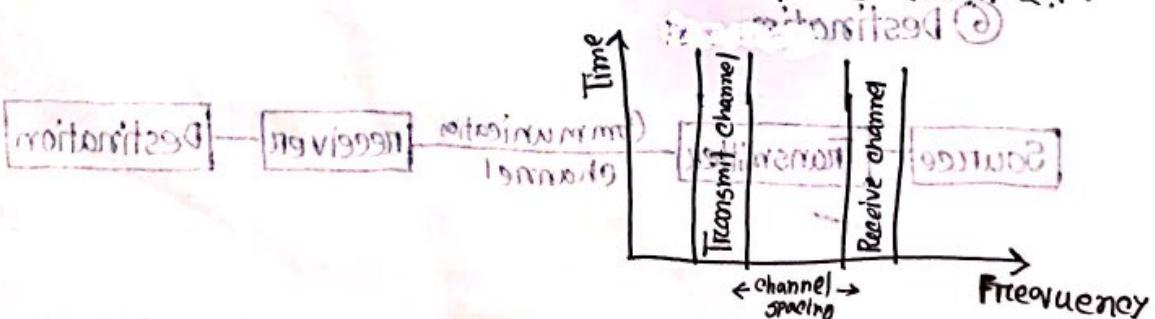
different frequency use করা হয়।

এবং যেন overlap না করে সেজন্য একের

ওপেন্স আকে স্পেস দেওয়া হয়। অর্থাৎ

Transmit channel & Receive channel

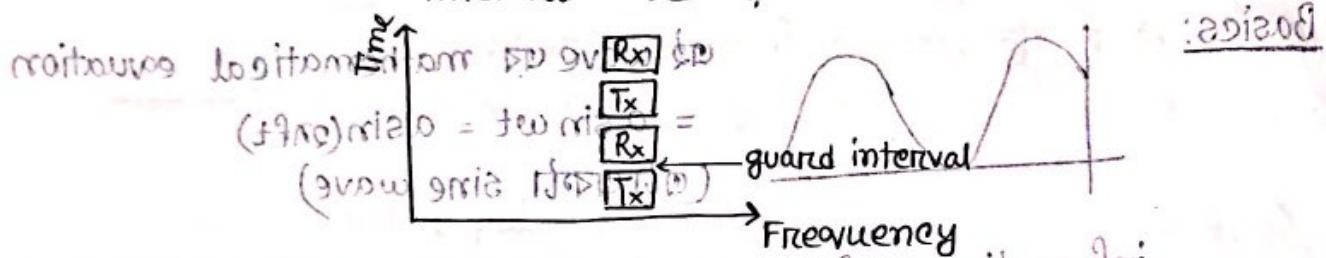
এবং মাঝে space দেওয়া হয়।



২ TDD: Total frequency টা at a time একজনই use করতে
 পারবে।

Full duplex communication over a half duplex
 communication link.

মাঝের time difference টা অনেক কম্প্যুট এবং
 Transmission & receiver এর মাঝে একটা guard
 interval use করে।



Related Terminologies:

① Bandwidth: High & low frequency এর difference

② Data rate: 1 sec এ কতগুলো bit send করতে সক্ষম।

③ Throughput: 1 sec এ কতগুলো bit successfully send হয়েছে।

④ Latency: Delay এর ধরনের (delay পাই) (propagation time + transmission time + queuing time)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Propagation time} = \frac{\text{distance}}{\text{speed}} \\ \text{Transmission time} = \frac{\text{message length}}{\text{bandwidth}} \end{array} \right\}$$

? (Delay দের ব্যতোপরি পারে) এই জুড়ে use করব & queuing & processing
 Time দিয়ে। দিবে তার ওপরে ফোর্মুলা দেওয়া হবে।

• Data rate = 0.06 Mbps = 6 Mbps

৩) চলচ্ছ এবং ক্ষেত্রকাল পরিমাণ থেকে সুস্থিরতা কোথাও

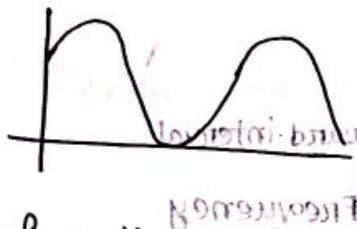
Data Rate & Bandwidth

Data rate & Bandwidth এর relation এর আছে signal এর quality
এর ব্যাপার আছে। এটাই অন্তর্ভুক্ত। ক্ষেত্রকাল

বাস্তব পরিস্থিতি সময় পরিস্থিতি সময়

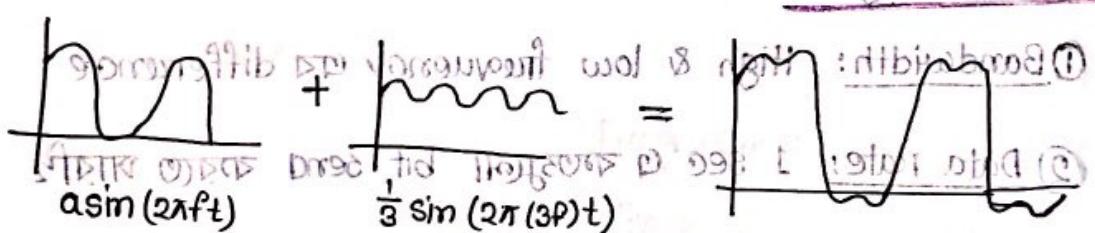
১ টি case আছে।

Basics:



এই wave এর mathematical equation
 $= a \sin \omega t = a \sin(2\pi f t)$
(টি একটা sine wave)

information পাঠাতে হলে ১টা sine wave এ পাঠানো যাবে।
composite signal এ পাঠাতে হবে।

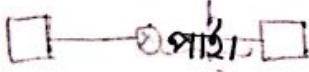


যেসব ক্ষেত্র সমীক্ষণ করে নেওয়া হল কোম্পিউটের দ্বারা composite signal।

composite signal এর bandwidth is infinite।

analog

অর্থাৎ infinite signal কেন্দ্রে combine করে digital signal

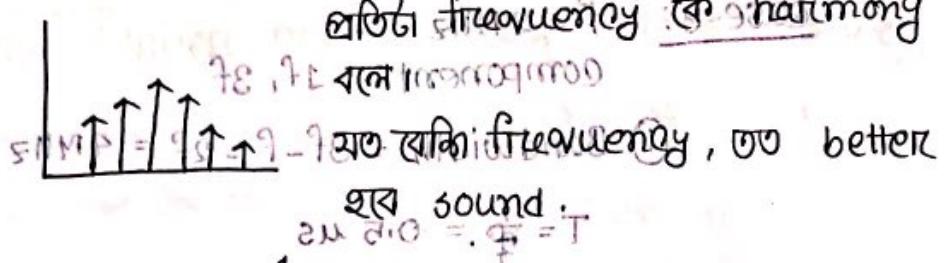


কোম্পিউটের দ্বারা নির্মিত noise signal

$$S(t) = \dots \text{ (এইটা দেখবলু নাই) } + \text{ নির্মিত noise signal}$$

Composite signal এ কয়টা signal আছে তা জানাব কোনো ক্ষেত্রে।

Frequency domain:



$$\text{amplitude} = \frac{1}{k} - \text{constant}$$

k এর value বাজালে energy বর্মাবে।

বগছাগানি আবগারী ফ্রেন্সিস কুলার মধ্যে most of the energy আড়ে।

positive pulse = binary 0

Negative pulse = " 1

1 bit এর duration = $\frac{1}{f}$

Data rate = $2f$ bps

Case-1: $f = 1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ cycles/sec}$ (ধৰি)

মাঝে কোনো কোণে পুরো মাঝে পুরো কোণে

frequency components = $1f, 3f, 5f$ ইত্যাদি

① Bandwidth = $(5f - 1f) = 4f = 4 \text{ MHz}$

ii) $T = \frac{1}{10^6} = 10^{-6} = 1 \mu\text{s}$ [পূরো full টা'র time]

So, 1/2 bit এর duration = $\frac{1}{2}T = 0.5 \mu\text{s}$

iii) Data rate = $\frac{1}{0.5} = 2 \text{ Mbps}$

Case-2: $f = 2 \text{ MHz}$

components = $1f, 3f, 5f$ ইত্যাদি

① Bandwidth = $4f = 4 \times 2 \text{ MHz} = 8 \text{ MHz}$

$T = \frac{1}{2 \times 10^6} = 0.5 \mu\text{s}$ ∴ bit duration = $\frac{1}{2}T = 0.25 \mu\text{s}$

② Data rate = $\frac{1}{0.25} = 4 \text{ Mbps}$

Case-2: $f_1 = 2 \text{ MHz}$ এবং

components $\Rightarrow 1f, 3f$

: richness goes down

$$\text{Bandwidth} = 3f - f = 2f = 4 \text{ MHz}$$

$$T = \frac{1}{2f} = 0.5 \mu\text{s}$$

$$\text{bit duration} = \frac{1}{0.25} = 4 \mu\text{s}$$

(কাছে আছে ১৯৮৭ ক্ষেত্রে এবং ১৯৯২

$$\text{Data rate} = \frac{1}{0.25} = 4 \text{ Mbps}$$

। তাই আছে ১৯৮৭ এবং ১৯৯২

Summary: compare case 1 & 2 :

Bandwidth বাড়ে, component same

- Bandwidth বাড়ে, data rate বাড়ে

• signal quality same যেহেতু component same.

compare case 1 & 3:

Bandwidth same, component different

- High signal quality (ক্ষেত্রে component) ১

data rate কম ।

$$25.0 = T \frac{1}{2} = 0.5 \mu\text{s}$$

- lower " " (ক্ষেত্রে ") ৩

$$25.0 = 4 \text{ Mbps}$$

Compare case 2&3:

$$25.0 = T \frac{1}{2} = 0.5 \mu\text{s}$$

Data rate same \Rightarrow ২৫.০

- High quality \Rightarrow high \Rightarrow high bandwidth ১

$$25.0 = T \frac{1}{2} \Rightarrow \text{low bandwidth} \Rightarrow \text{low } T$$

$$25.0 = 4 \text{ Mbps}$$

? Compare করতে বলতো পাবে।

বালতো পাবে যিঙ্গাবে higher bandwidth \Rightarrow higher data rate পাবে।

- ৮১.৫ =

$$M_{CBOJ} \text{ এস } = 9$$

$$M_{CBOJ} \text{ এস } = 8.5$$

$$- ৮১.৬ = M_{CBOJ} \Leftarrow$$

৮১.৬

Channel capacity: channel র maximum যে সর্বিমান data transmission হতো পাবে।

$$- ৮১.৭ \approx 83.৮ = M :$$

Nyquist Formula: $C = 2B \log_2 M$ (Noise দ্বারা)

Shannon Capacity Formula: $C = B \log_2 (1 + \frac{SNR}{N})$ (Noise \downarrow)

$$\text{SNR}_{dB} = 10 \log_{10} (\text{SNR})$$

→ decibel in milliwatt

$$dbm = \frac{10 \log_{10}}{1 \text{ milliwatt}} \text{ SNR}$$

$$\text{SNR} = \frac{\text{Power of signal}}{\text{Power of noise}}$$

Exercise-1: $B = 4 \text{ MHz} - 3 \text{ MHz} = 1 \text{ MHz}$

$$\text{SNR}_{dB} = 24 \text{ dB}$$

$$\Rightarrow 10 \log_{10} (\text{SNR}) = 24 \text{ dB}$$

$$\Rightarrow \log_{10} \text{SNR} = \frac{24}{10} \text{ dB}$$

$$\Rightarrow \text{SNR} = 10^{2.4} \text{ dB} = 251.2$$

1. കൂടാൻ ഉള്ള തൊഴ്വരുമുഖ്യമായ

$$C = B \log_2 (1 + SNR) \text{ എന്ന് പറയുന്നതിൽ } C \text{ എന്ന് അംഗീകാരിച്ചിട്ടുണ്ട്}$$

$$\approx 7.98$$

$$C = 2B \log_2 M$$

$$7.98 = 2 * 1 \log_2 M$$

$$\Rightarrow \log_2 M = 3.989$$

$$\Rightarrow M = 2^{3.989} \approx 15.88 \approx 16$$

∴ M = 16 ലൈവൽ ആണ്

(അലേറ്റിംഗ്)

M_{2B1} B = 9 : Number of bits per symbol

Exercise-2: Message = 2.5 k byte ; Bandwidth = 2.5×8 Kbps

$$\text{Bandwidth} = 1 \text{ Gbps} = 10^6 \text{ kbps}$$

$$\therefore \text{Transmission time} = \frac{2.5 * 8}{10^6} \text{ s}$$

How will message be transmitted?

$$\text{Time taken} = \frac{0.02 \text{ ms}}{\text{Distance}} = 2 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$\text{Distance} = 12,000 \text{ km}$$

$$\text{Speed} = \frac{12,000 \text{ km}}{40 \text{ ms}} = 300 \text{ m/s}$$

$$\therefore \text{Propagation time} = \frac{12,000 \times 10^3}{300} = 40 \text{ ms}$$

$$\text{SNR} = \frac{10^6}{10^3} = 10^3$$

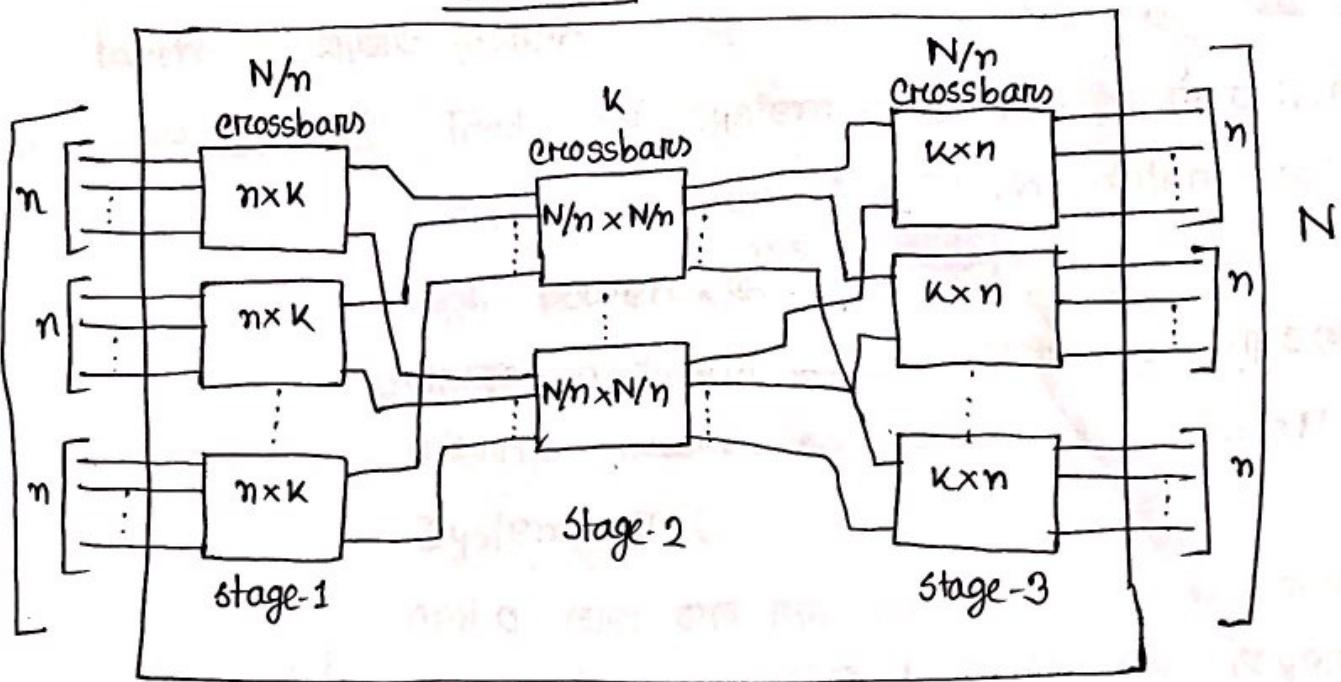
$$\text{Eb} = \text{Eb} / \text{N0} = \text{Eb} / \text{N0} = 50 \text{ ms}$$

$$\text{Eb} / \text{N0} = \text{Eb} / \text{N0} = 50 \text{ ms}$$

$$\text{Eb} / \text{N0} = \text{Eb} / \text{N0} = 50 \text{ ms}$$

Ans.

Lecture-3



$$N = 200$$

$$K = 4$$

$$n = 20$$

$$\begin{aligned} \text{crosspoints} &= ((N/n) * (n * K)) + (K * (N/n * N/n)) + ((N/n) * (K * n)) \\ &= (10 * 80) + (4 * 100) + (10 * 80) \\ &= 800 + 400 + 800 \\ &= 2000 \end{aligned}$$

$$n = \sqrt{\frac{N}{2}}$$

$$K = 2n - 1$$

lecture-5

Fareha এবা আতাফ দেখবো।

Slide-2: Cellular concept: Traditional system এ ধ্বনির 1 টি antenna যাকতো large area এবা জন্ম। So, antenna কে

transmit করতো।

1) high power।

2) অজ্ঞাতে bandwidth user কে ডেকা করে দেয়।

3) ধ্বনির drawbacks এবং ব্যবহারে cellular system এসে।

cell এ ডেকা করে দেয় area কে low power এবং antenna রয়েয়। small area cover প্রতিটি antenna.

no of user কেও হাতে।

4) অন্য দ্রব্য, উচ্চলা এখানে overcome হয়ে।

Slide-3:

Features: 1) Capacity high= no of user গড়ে।

2) বিভিন্ন cell এ radio channel পারে reuse বন্ধ থ্য।

3) এজেবে বারবার reuse করে no of user কে বাড়াতে।

4) Communication টি mobile & basestation এ হয়।

5) Transmission power টি low কর্বায় interference level টি limit এর মধ্য থাকে।

6) Transmitter উচ্চলা power low থাকে।

frequency কে reuse করে। এটি main concept.

Slide-4:

What is cell: large area of cell এ অঞ্চল করা হয়েছে।

- Definition of it
 1) প্রতিটি cell তে একটি antenna থাকে।
 2) " antenna তে একটি allocated frequency থাকে।

cluster: কতগুলো cell মিলে cluster হয়।

মাঝে set of frequency থাকে।

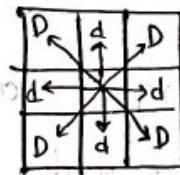
অর্থাৎ cell গুলোর frequency একসাথ a set of frequency.

Slide-5:

Shape of cells: cell & cell এবং মধ্যে কোনো gap থাকবনা & যত অণু অণুক কো নিয়ে group বলা যায়।

circle নিয়ে ইচ্ছা।

Square -



different distance হবে।

neighborhood : মিল

So, complex হয়ে থাকে।

$$d_1 = \sqrt{2}d$$

Triangle - only 3টি নিয়ে cluster সাতিত।



$$r^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos 120^\circ$$

$$r^2 = R^2 + R^2 - 2R^2 \cos 120^\circ$$

$$= R^2 + R^2 + R^2$$

So, triangle 3 নিয়ে নিজে।

Slide-6:

Hexagone: no of cell কেমি পাশে একটা cluster আছে।
gap ও নাই।

কোন ফর্মেলা বলে neighbor দের distance ও equal
এইটা রেসন কেমি বলতে hexagone chosen.

বিস্তুর দূরত্বের পরে কেমি চালিয়ে

১৭৩ মিটার অন্তরে ১ চাপাই হয়ে গীরিব

Slide-7, 9, 10:

Architecture:

একটা cell ও একটা কাব্য antenna থাকবে। base station

থাকবে। vehicle শুলা = mobile station.

BSC = Base Station Controller.

= একটা cluster কে কেন্দ্রে রেখে একটা base station শুলা
আর অঙ্গলোকে সেপারে রেখে।

mobile station টা এক cell থাকে আবেক যেটা এ জাল
hand over করে কিন্তু যখন কেন্দ্রে একটা BSC.
hand off করে কেন্দ্রে একটা BSC. আর
কেন্দ্রের BSC কে control রেখে MSC.

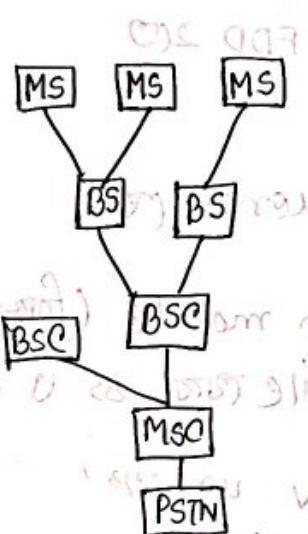
MSC = MTSO (Mobile Telecommunication Switching Office)

Girameen phone গুরুত্বে main office.

অঙ্গলো connect করে PSTN ও আর্থ।

PSTN ও আর্থ land line & internet ও connection
আর।

অন্তরে BSC ও জাল (১) hand off করে ও control
রেখে MSC.



Slide-11, 12:

Channels: প্রতিটি base station এর allocated channel থেকে
যা দিয়ে communication হয়।

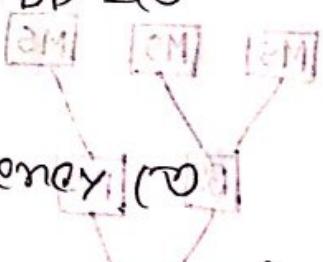
প্রতিটি cell কে neighbor এর frequency
different হাবে। কারণ এতে interference
হতে পারে।

2 types of channels:

1) Control Channel: voice & data এর

2) Traffic Channel:

FDD: প্রতিটি channel 2টি frequency।



downlink = base station তেকে mobile (forward)
uplink = Reverse link mobile থেকে BS (backward)

TDD: Time ওকে শেষ এবং total freq. নির্দিষ্ট,
same ওকে uplink, down link.

Slide-13:

Example: An Gilameen phone has 33 MHz bandwidth. Find the maximum number of full BD cell sites available in a 100 km² area. FDD USE simplex channel. Total bandwidth available = 33 MHz. Uplink = 25 kHz, downlink = 25 kHz. So, each site has bandwidth = 25 kHz.

Slide-14:

mobile phone communication शिखावे रखो:

1) Mobile unit initialization:

(1) mobile on arrival in control channel

के identify रखते, continuously थे आरो,

(2) MTSO ने info प्राप्ति register
2 ब्यूटी अंत) = hand shake

2)

(3) Phone call ने रखा। 1st forward link

station ने MTSO को याए। MTSO
ने रखा व्यक्ति (ये एक person दू
आरेके connected उठे चालि।

Phm call ने आजा forward link में
check रखते control channel strongest
(ideal / any थिन। Then reverse

link में MTSO को भाय। Then BS
थेरेक MTSO को भाय।

3) Paging: Paging = Message, phn no की first paging

broadcast व्यक्ति को MTSO ने रखा व्यक्ति एक link create करा

" Paging करा व्यक्ति जो आवधi connected
BS के broadcast रखा। BS ने phn no

Control
forward channel এর মাধ্যমে অসমীয়া পরিষেবা করা হয়।
মাত্র একটি মাধ্যমে মাত্র করা হয়।
reverse channel এর মাধ্যমে notification পার্শ্ব।
(Control channel ও reverse channel দ্বয়ি)
ওভার circuit create হল।

Next @ MTSO তাঁর মধ্যে traffic channel create
হল হিস। ওভারে call setup হল।

Slide-18: handoff আচল এলা হয়েছে।
Traffic channel যেটি assign করা হয় তাঁর মিল
প্রতিবন্ধ।
অঙ্ক handoff এর উপর ধার্য।
গোলা বৰষ।

Slide-19: ২৩M call blocking: total no of channel busy হয়েছে।

এমনি busy হলে পারে না call বাইতে থাকে

এমন হলো পারে।

call termination:

disconnect হলে, ১st @ BS এ গোলো & then
MTSO এতে চোখে।

Call drop: Signal weak হলে। ওভারে কেল হল।
চলে গোলে hand off হল। যদি timely hand
off হল তাহলে call drop হল।

Landphn এবং the same কাব communication ২৭০^১ min
মাত্র পরিমাণ করার পদ্ধতি

Slide-20:

Frequency Reuse: একটি cell বিশ্বে cluster হলে, তা
660 টি channel কে full cluster
এ বিশ্বে নিতে,

অন্য একটি cell $\frac{660}{7}$ টি channel পাও।
adjacent শুনোর frequency different
channel

থাইব।

Cell-1, Cell-1 co-channel cell
" - 2, " - 2 " " "

একই cluster এর অন্য একটি frequency same.

So, একটি distance এর এর same
freq. দেখ এখ অন interference
বা লঞ্চ।

Rate R = $\mu \lambda \sigma \rho N$

Slide-21: $S =$ total number of channels N

$k =$ number of channel per cell

$N =$ " " cell in a cluster

$$S = kN$$

$$S = kN$$

ক্রমে 2^{nd} time repeat হলো ক্ষেত্রে জ্যান্ট প্রক্রিয়া,

$$C(\text{total capacity}) = MN = MS$$

Slide-3 Frequency reuse pattern:

গত ক্ষেত্রে cell নিয়ে cluster form হবে, তাই formula
নিচের মত $N = i^2 + ij + j^2$

Slide-24:

বিশেষ co-channel cell identify হবে,

i, j এর value বেঁধু রেখা

i এর value = 3 পাওয়া গোল

j " " = 2 পাওয়া গোল

∴ 3 ঘূর্ণে 60° counter clockwise হয় $j=2$ থেকে

এখানে যোগজ i, j এর value নিয়ে co-channel cell

প্রস্তুতি দেওয়া হবে

N এর value = 4 হবে

$$N = 2^2 + 2 \cdot 0 + 0^2 = 4 \text{ total. } i=2, j=0$$

$$N = 3^2 + 3 \cdot 2 + 2^2 = 19 \text{ total. } i=3, j=2$$

$$N = 3^2 + 3 \cdot 2 + 2^2 = 19 \text{ total. } i=3, j=2$$

যেখানে একটি cell এর max 6টি co-channel
cell পাওয়া হবে।

$$24 - 18 = 6 \text{ cells (lost)}$$

Slide-25:

Channel ক্ষেত্রকে উভয়র সমিক্ষণ করা হচ্ছে।

1) Fixed channel assignment

2) Dynamic " "

$$SP = \frac{C}{F}$$

$$SP * SC$$

(1)

Slide-26: Fixed channel assignment:

প্রতিটি cell এ বিশেষ channel থাকে assign রাখা fixed.

channel কেবল একে call block হিসেবে ধরা।

ওইট adjacent cell থেকে " borrow" রাখতে

যোগ্য। interference থেকে না থাকে এমনকোথা " "

" "

Slide-27:

Dynamic:

Particularly allocate রাখা বাই, MSG রে রেখে
3D থার্মো। Strategy দ্বারা follow রাখা channel
assignment রাখো।

slide-28:

Problem-1: Total no of cell = 32

Cell radius = 1.6 km

Total traffic channel = 336

Cluster size, N = 7

(a) ~~ক্ষেত্রের cluster ফর্ম ক্ষেত্রের area.~~

$$\text{hexagonal area} = 1.5 \sqrt{3} R^2 = 1.5 \sqrt{3} (1.6)^2 = 6.6 \text{ km}^2$$

$$\therefore \text{total area} = 6.6 * 32$$

⑥ 336 හි අඩු cluster ඇත් නොවා තුළයි

$$\therefore \frac{336}{7} = 48$$

newspaper box (1)

newspaper (2)

⑦ 32*48

newspaper box (3)

⑧

newspaper box (4)

1 දා 155 පෙන්න නිරෝ මුද්‍රා තුළයි

ලංකා වෘත්ත ප්‍රතිස්ථාපන නිරෝ මුද්‍රා තුළයි

1 දා 155 පෙන්න නිරෝ මුද්‍රා තුළයි

1 " 155 පෙන්න නිරෝ මුද්‍රා තුළයි

1 " 155 පෙන්න නිරෝ මුද්‍රා තුළයි

155 පෙන්න නිරෝ මුද්‍රා තුළයි

155 පෙන්න නිරෝ මුද්‍රා තුළයි

155 noticed (1)

155 = 155 පෙන්න නිරෝ (1)

155 P.L = 155 (1)

155 = 155 (1)

F = 155 (1)

155 = 155 (1)

(P.L) & (P.L) = 155 (1)

155 * 155 = 155 (1)

Lecture-6:

blue \rightarrow basestation = i
green " " = j

x_2 blue র জন্য ০

x_1 green " " ০

আবার এটা কাহুলা।

P_{min} = min quality of voice

এই min level র জন্য মালত হবে।

? \Rightarrow position এ power বলত?

Hand

handoff আজে পাঠিলে unnecessary

" পরে " call drop

So, margin value identify বলত এবে।

Power law:

$$P_R(d) = P_0 \left(\frac{d}{d_0}\right)^{-n} = P_0 - 10 n \log\left(\frac{d}{d_0}\right) \text{ dB} = P_0 - 10 n \log\left(\frac{d/d_0}{10^{-3}}\right) \text{ dBm}$$

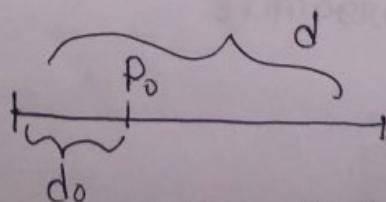
$$P_R(d) = P_0 \left(\frac{d_0}{d}\right)^n = P_0 + 10 n \log\left(\frac{d_0}{d}\right) \text{ dB}$$

$$P_R(d) = P_0 \left(\frac{d}{d_0}\right)^{-n}$$

d_0 = reference distance

\downarrow
reference
value

P_0 = reference power
 n = path loss factor



Urban area (১) $n=4$ হবে।

d, d_0, P_0 র জন্য নির্দেশ,
 P_R র জন্য ক্ষেত্র নির্দেশ।

Margin = $\Delta = 2^{\text{th}}$ power of difference

i = position of the
j = " " " "
o = " " " "
s = " " " "

O नांग घंडे ख
S " " व्याप्रि ख

I जिम्बास रुद्ध असाल

पर्वत गुहारा कम = min

I चूट अलादे घासी द्वे नांग ख

जोड अवधि प्रभाव ए तुकी

त्रिक्षु

प्राप्तिकरण अनुकूल फिल्म

प्रेस उद्द न द्वारा " "

प्रेस उद्द फिल्म अनुकूल नहीं

$$\text{प्रेस } \theta_1 - \theta_2 = \theta b \left(\frac{b}{\theta b}\right) \text{ प्रेस } \theta_1 + \theta_2 = \theta \left(\frac{b}{\theta b}\right) \theta_1 = (b) \theta_1$$

$$\theta b \left(\frac{b}{\theta b}\right) \text{ प्रेस } \theta_1 + \theta_2 = \theta \left(\frac{b}{\theta b}\right) \theta_1 = (b) \theta_1$$

प्रेस उद्द अनुकूल = ob

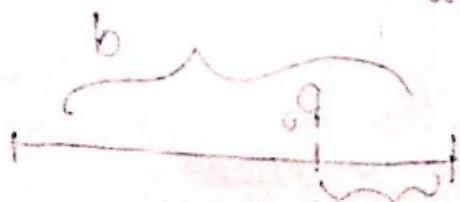
$\theta - \left(\frac{b}{\theta b}\right) \theta_1 = (b) \theta_1$

प्रेस उद्द अनुकूल = ob

प्रेस उद्द अनुकूल = ob

प्रेस उद्द अनुकूल

प्रेस उद्द अनुकूल



Lecture-6

Handoff / Handover:

Call in progress എഥാവും അവസ്ഥയിൽ ഒരു ടോ ആകെ ഓരേക്ക് സ്വന്തമായി cell ത്രിക്കലേ | MSC automatically നിന്ന് base station ഏർ എത്തൻ channel എൽ call ടോ കേ ദിയു ദേശം | ഏകേക്ക് വല്ല handoff.

Steps:

1) Signal strength മാപണ്ടായാൽ device ഗുണാക്കാനുള്ള ഭൂമി !

BS ഏർ "0" = അപേക്ഷാ ഭൂമി !

2) BS തഥ്വന BSC & MSC കേ ഹാൻഡോഫ് ഏർ ജന്മിക്കുന്നത് !

Request ബഹുമാനിക്കുന്നത് !

3) നിന്ന് base station identify വരും !

4) വൈസ് ചൊല്ലുന്നത്, ഏർ എത്തൻ voice &

control channel allocate വരും !

ഡാം തുടർച്ചയായി നിന്ന് വരും Handover

phm അനേക ദുരിതിനും കൂടാനും കൂടാനും വരും !

Hand off എത്തേനും പുതിയ ഭൂമിയും കൂടാനും വരും !

1) Successfully (successful വാ എല്ലെണ്ണം call drop എന്നു)

2) infrequently (ഒരു എത്തേ സൈ & BSC എത്തേ ഉപയോഗിക്കുന്നത് !)

3) imperceptible (വളരെ പഠാവ) (for extra strategy bad വായ്പാടുകൾ, user എത്തേ വളരെ അകേ ഹിഡൻ ഉണ്ടാവും !)

Handoff region:

মোবাইল এলাকা \ Handoff

স্মার্ট কার্য mobile phone area তে আলনে handoff বর্ণনা করা হয়।
mobile zone region টি কিম্বা বর্ণ। এই region দ্বারা identify করা য
াব হচ্ছে কোন অঞ্চল এই graph টা। এর মধ্যে নথুন সহ
প্লেবন্স

Blue = base station i

Green = " j

মানুষ গোলা যদি বলা হয় থাকলে ডেবার strength

Blue এর জন্য, $x_2=0$

Green এর জন্য, $x_1=0$ নথুন হয়

P_{min} = Minimum level for validity voice.

এক স্থানে থাকতে থাকতে থাকতে

১) $x_1 < x_2$ এর জন্য x_2 তে Power কম থাকে।

২) $x_1 > x_2$ এর জন্য

handoff কর যাও পারে। unnecessary হতে পারে

" কারণ এর পোর্ট কল করে নথুন Colldrop হতে পারে

৩) $x_1 = x_2$ position এর power বল করে বলা।

১) $x_1 < x_2$ এর জন্য (Power Law) প্রমীলোগিক।

২) $x_1 > x_2$ এর জন্য (Power Law) প্রমীলোগিক।

৩) $x_1 = x_2$ এর জন্য (Power Law) প্রমীলোগিক।

৪) $x_1 < x_2$ এর জন্য (Power Law) প্রমীলোগিক।

Power law:

$$\textcircled{1} \quad P_r(d) = P_0 \left(\frac{d}{d_0} \right)^{-n} = P_0 - 10n \log \left(\frac{d}{d_0} \right) \text{dB} = P_0 - 10n \log \left(\frac{d}{10^{-3}} \right) \text{dBm}$$

watt \rightarrow dB (মানে ১0⁻³) \rightarrow dBm (মানে ১0⁻³)

$$\Rightarrow P_r(d) = P_0 \left(\frac{d_0}{d} \right)^n = P_0 + 10n \log \left(\frac{d_0}{d} \right) \text{dB}$$

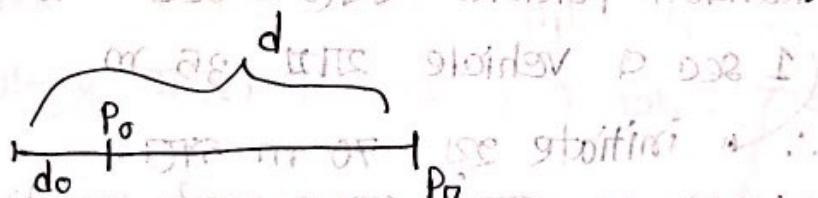
P_0 = reference value (distance এর reference value)

P_r = received power

d_0 = reference distance

P_r = received power

n = path loss factor (normally 4 হয়)



যে margin দ্বাৰা Δ = P_r handoff - P_r minimum usable
= 2 টি power এবং distance

$$\Delta = P_{r\text{ handoff}} - P_{r\text{ minimum usable}}$$

$P_{r\text{ minimum usable}}$ = voice quality দ্বাৰা min value

$P_{r\text{ handoff}}$ = এবং আজি এই power এ handoff থক্কা,

B

Threshold এর উপরের $\frac{1}{2}$ region.

মান মাসী

$$\left(\frac{b}{2}\right) \text{Margin} = b \left(\frac{b}{2b}\right) \text{Margin} = \frac{b}{2} \left(\frac{b}{2b}\right) \cdot q = \frac{b}{2} \cdot q = \frac{b}{2} \text{ মি } \quad ①$$

Handoff process: ১) QoS

২) Flow

(a) A (0) mobile আছে।

এখন hand off হ্যাক্রিস্ট রাখা হবে। (b) মি <

△ এর জেতে execute ব্যতীত পারেনি (Δ margin)
বলে চলে এসে drop হয়ে গেল।

(b) successful. এটকের পরামর্শ দেওয়া হবে।

মান মাসী হবে।

Example: (handoff perform) মান মাসী হবে।

(1 sec এ vehicle যায় 35 m)

∴ initiate হয় 1-70 m পরে।

(d-70) এর জেতে কোনো কল্পনা position b handoff
do কে 1 থেকে বিল ক্ষেত্রে

do এর মান, value, নিয়ে নিত পারে।
দুটোই চূড়ান্ত মান মাসী হবে।

মান মাসী হবে।

বলুন min কে ক্ষেত্রে কোনো কল্পনা হবে।

এবং max কে ক্ষেত্রে কোনো কল্পনা হবে।

Types of handoff:

① hard handoff = break before make

② Soft handoff = make before break

- একই সাথে connection হার্বলেন্টা
আজে disconnection then connection
drop হওয়ার chance আছে। অলস এবং drop হয়। disad..
adv: costing এবং
- একই সাথে communicate করা
disad: costing এবং

hard handoff কেই follow করা হয়।

Handoff Initiation: হার্বলেন্টা কর্তৃত করা হলে।

এটি strategy আছে, যেতোকে এটি follow করত।

① Relative signal strength : একদম initially এটি যেহেতু, simple way, signal strength একটি হলে hand off হব।

$$P_{new} > P_{old}$$

problem: একবার নতুন টেব সাথে connect হলে

"পুরাতন"

এটি ping pong effect হিসেবে

এই problem [ক. remove করাতে জন] threshold value check করা হব।

এখন একবার নতুন টেব এবং পুরাতন

② with Threshold: এবাবে check হয়। Hobrook to 2018

T_3 টো call drop হতে পাবে - Threshold limit ①

Ideal = T_2 - Hobrook to 2018 ②

③ with Hysteresis: ping pong কে দ্রুত বন্ধ করা হয় এবং নিয়ে 3,

base station এর Hysteresis কমানো করার ফলে স্থানীয় পাই

④ with threshold + Hysteresis: চুক্তি গ্রহণযোগ্য হয়ে ওঠে

Handoff decision: signal to strength কে measure করে

handoff এর decision বেঁচাব হলে কোটি Hobrook

কে measure করতে, কে decision করে, mobile unit এবং BSC/MSC

① NCHO: base station অব monitor করতে আসে report পাঠাই BSC/MSC এর কাছে।

locator receiver থাকে যে signal strength এবং করে।

② MAHO: 2nd " " " mobile unit sig. str. measure করে,

report পাঠাই BS এ BSC/MSC এ আসে

③ MCHO: mobile sig str. measure করে

W = 2

Decision नयाब जल किया criteria is $WfOT = 2$

देखे विलो

प्रयोग मात्र तक तक = N

1129 प्रयोग कीमत = L

MN = 0

Prioritizing Handoff: Imp.

प्रयोग संख्या = M

प्रयोग कीमत = G

Slide - 22: Total Bandwidth = 23 MHz

Channel bandwidth = 23×2 kHz
= 50 kHz

Total channel = 660

Number of channel per cell

= 160

Slide - 23: Total cell = 30

Cell radius, R = 1.6 km

Total coverage = 30 cells

Radius = $1.6 \times 30 = 48$ km

Area of one cell = $4\pi R^2 = 4 \times 3.14 \times 1.6^2 \text{ km}^2$

Total area = $30 \times 6.45 \text{ km}^2$

= 193.5 km²

$$① S = kN$$

S = Total channel মোট চ্যানেল সংখ্যা

k = 1টি cell এ কয়টা channel

N = 1 " cluster এ কয়টা cell

$$② C = MKN$$

M = কয়টা cluster

C = Capacity

Maths:

Slide-13:

Lecture-5

① If a to Total bandwidth = 33 MHz

$$\text{Channel bandwidth} = 25 \times 2 \text{ kHz} = 50 \text{ kHz}$$

$$\therefore \text{Total channel} = \frac{33 \times 10^3}{50} = 660 \text{ channels}$$

= 660 channels.

Ans.

Slide-22:

Total Bandwidth = 33 MHz

Channel Bandwidth = 25 kHz

$$= 50 \text{ kHz} = 1190 \text{ channels}$$

Total channel = 660

$$\therefore \text{Number of channel per cell} = \frac{660}{1190} =$$

= 165

Slide-28:

Total cell = 32

Cell Radius, R = 1.6 km

Total channel = 336

Reuse factor, N = 7

$$a) \text{area of one cell} = 1.5 \sqrt{3} R^2 = 6.65 \text{ km}^2$$

$$\therefore \text{Total area} = 32 * 6.65 \text{ km}^2 \\ = 212.83 \text{ km}^2$$

Method

b) Channel per cell = $\frac{336}{7} = 48$ number of channels per cell $\therefore R_{cell} = \sqrt{\frac{336}{\pi}} = 1.66 \text{ km}$ ①

c) Capacity = $32 * 48 = 1536$ number of channels per cell

d) area of a cell $\approx 1.5\sqrt{3}R_{cell}^2 = 1.5 * 1.66^2 = 4.01 \times 1.66 = 6.66 \text{ km}^2$

\therefore Total area = $128 * 6.66 \text{ km}^2 = 838.4 \text{ km}^2$

Channel per cell = $\frac{336}{7} = 48$

Capacity = $48 * 128$

= 6144 number of channels

Ans =

(b) Area of one cell = $\pi R_{cell}^2 = \pi * 1.66^2 = 8.38 \text{ km}^2$

Total area = $128 * 8.38 = 1060 \text{ km}^2$

Ans = 1060

Slide-29: Total bandwidth = 33 MHz

$$\text{channel bandwidth} = 25 * 2 \text{ kHz}$$
$$= 50 \text{ kHz}$$

① Total channel = $\frac{33 \times 10^3 \text{ kHz}}{50 \text{ kHz}} = 660$ channels

channel per cell = $\frac{660}{4} = 165$ channels

b) 1 MHz is dedicated to control channel

$$\text{control channel per cell} = 1$$

$$\text{voice channel} = (33 - 1) \text{ MHz}$$

Bandwidth = $\frac{32 \times 10^3 \text{ kHz}}{50 \text{ kHz}} = 640$ channels

$$\text{channel bandwidth} = 25 \times 2 \text{ kHz}$$

$$\therefore \text{Total voice channel per cell} = \frac{640}{4} = 160$$

∴ voice channel per cell = $\frac{640}{4} = 160$ channels

also $\text{data rate} = \frac{0.002}{\text{s}} = 0.002 \text{ Mbps}$

Previous Year Quiz Question

Quiz-1, set-1:

(a) Total cells = $\frac{400 \text{ cells}}{\text{SIM Card}}$ = 10 cells

Cell Radius = 1.5 km

Total bandwidth = $\frac{50 \text{ MHz}}{10} = 5 \text{ MHz}$

Channel bandwidth = $5 \times 2 \text{ kHz}$

Bandwidth of each cell = 10 kHz

Reuse factor, $N = 7$

(b) Cell area = $\frac{1.5 \sqrt{3} R^2}{\text{SIM Card}} = 5.85 \text{ km}^2$

\therefore Total area = $5.85 \times 40 \text{ km}^2 = 233.83 \text{ km}^2$

OPD = $\frac{50 \times 10^3}{10} = 5000 \text{ channels}$

(c) Total channel = $\frac{5000}{7} = 714.29 \text{ channels} \approx 714 \text{ channels}$

\therefore Channel per cell = $\frac{5000}{7} = 714.29 \text{ channels} \approx 714 \text{ channels}$

② Total number of concurrent calls that can be handled $\approx 714 * 40$
 $= 28560$

$$\textcircled{d} \quad C = MS$$

$$\Rightarrow 28560 = M * 5000$$

$$\Rightarrow M = 5.712$$

$$\frac{40}{e} = 5.712 \times \frac{5000}{e}$$

Quiz-1, set-2:

Total area = 2135 km^2
 Cell radius = 1.6 km

$$\text{Total channel} = 336$$

$$\text{Reuse factor}, N = 9$$

$$\text{Control channel} = 1 \text{ MHz}$$

$$\text{Bandwidth} = 10 \text{ kHz}$$

$$\text{Channel bandwidth} = 10 * 2 \text{ kHz}$$

$$= 20 \text{ kHz}$$

$$\textcircled{a} \quad \text{Cell area} = 1.5 \sqrt{3} R^2 = 6.65 \text{ km}^2$$

$$\text{Total cell} = \frac{2135}{6.65} \approx 32.02 \approx 32 \text{ cells.}$$

$$\textcircled{b} \quad \text{No. of control channel} = \frac{1 \times 10^3}{20} = 50 \text{ channels}$$

$$\therefore \text{ " traffic " } = 336 - 50 = 286 \text{ " } .$$

Ques. Total cells forming a triangle to maximize lotcf

(a) $R = MS$
 $= \frac{32}{9} * 336$
 $= 1194.67$

$C = MS$
 $= 1194.67$ OR $* 18 = 1194.67$
 $1194.67 / 18 = 66$

(d) $\frac{32}{9} = 3.55$ or $\frac{32}{9} = 3.55$

2M = G

1000 * M = H = 1000 * 1000

1000 = M

Quiz-1, set-3:

(a) Total cell = 35 cells

Cell radius, R = 1.7 km

Total bandwidth = 30 MHz

Channel bandwidth = $15 \times 2 \text{ kHz}$ ~~cell~~ = 30 kHz
 $= 30 \text{ kHz}$ ~~cell~~ = 3.5 km

Reuse factor, N = 9

(a) Cell area = $1.5 * \sqrt{3} * R^2 = 7.51 \text{ km}^2$

Total area = $7.51 * 35 \text{ km}^2$
 $= 26.2 \text{ km}^2$

(b) Total bandwidth = $30 \times 10^3 \text{ kHz}$

Channel bandwidth = 30 kHz

\therefore Total channel = 10^3 channels

\therefore Channel per cell = $\frac{10^3}{9} \approx 111.111 \approx 111$ channels

② Q. No of channel per cell * Total cell

$$\text{ans} = 111 * 35$$

$$= 3885 \text{ channels}$$

$$\text{d) } \frac{35}{9} = 3.88 \approx 4$$

Quiz-1, set-4: Total area = 360 km² from ECE-V 15-9bile

cell radius = 1.6 km

Total channel = 400 channels

reuse factor, N = 7.

Control channel = 1.5 MHz bandwidth

Channel bandwidth = $15 * 2 = 30 \text{ kHz}$

a) Cell area = $1.5 \sqrt{3} R^2 = 6.65 \text{ km}^2$

∴ Total cell = $\frac{360}{6.65} = 54.13 \approx 54 \text{ cells}$

b) Control channel = $\frac{1.5 \times 10^3}{30} = 50 \text{ channels}$

∴ traffic channel = $(400 - 50) = 350$

c) C = MS = $\frac{54}{9} * 400 = 2400$

d) M = $\frac{54}{9} = 6$

1195 IoT & 1196 Note book page No. 10 Lecture-6

$$Pr(d) = P_0 \left(\frac{d}{d_0} \right)^{-n} = P_0 - 10 n \log \left(\frac{d}{d_0} \right) \text{dBm}$$

$$P_0 = 88.8 = \frac{10^3}{e} \quad (1)$$

$$\Delta = Pr_{\text{handoff}} - Pr_{\text{minimum usable}}$$

Slide-7: $V = 35 \text{ meters/sec}$

$$n = 4$$

$$d = 500 \text{ meters}$$

$$\text{handoff} = 2 \text{ sec}$$

$$\Delta = Pr_{\text{handoff}} - Pr_{\text{minimum usable}}$$

$$Pr_{\text{handoff}} = P_0 - 10 n \log(d - 70)$$

$$Pr_{\text{minimum usable}} = P_0 - 10 n \log(d)$$

$$\Delta = P_0 - 10 n \log(d - 70) - P_0 + 10 n \log(d)$$

$$= 10 n \log \frac{d}{d - 70}$$

$$= 10 * 4 \log \frac{500}{430} = \frac{10 * 4 * 0.3}{0.3} = 40 \text{ dBm}$$

$$= 2.6 \text{ dB}$$

$$0.045 = 0.01 * \frac{10}{e} = 0.01 \quad (5)$$

$$J = \frac{10}{e} \cdot 0.1 \quad (6)$$

Quiz-2, set-1:

$$P_0 = 0 \text{ dBm}$$

$$d_0 = 1 \text{ km}$$

$$n = 2.8$$

$$\text{Threshold value} = -99 \text{ dBm}$$

$$P_{\text{old}} = P_0 - 10n \log\left(\frac{d}{d_0}\right) \text{ dBm}$$

$$= 0 - 10 * 2.8 \log\left(\frac{3}{10^{-3}}\right) \text{ dBm}$$
$$= -97$$

$$d = \frac{(3 \times 10^3)^w}{1 \times 10^{-3}} \times 1000$$
$$= 3000$$

$$P_{\text{new}} = P_0 - 10n \log\left(\frac{d}{d_0}\right) \text{ dBm}$$

$$= 0 - 10 * 2.8 * \log(4000) \text{ dBm}$$

$$= -101$$

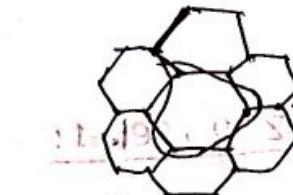
$$P_{\text{new}} > P_{\text{old}} \quad \& \quad P_{\text{old}} < \text{th}$$

so, handoff will occur.

Slide-10:

$$\frac{S}{I} =$$

$$mgb \cdot 0 = 0 \\ mgb \cdot t = mb$$

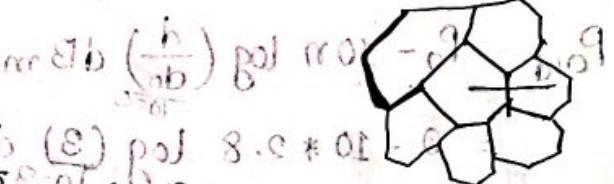


$$\frac{R^4}{2(D-R)^4 + 2(D+R)^4 + 2(D^4)}$$

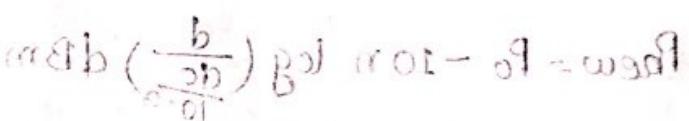
$$S \cdot S = 16$$



$$15 = \frac{(N3N)^4}{6} = \frac{(3N)^2}{6} = \frac{(3N)^2}{6}$$



$$\Rightarrow 90 = 3N^2 \\ = 5.477$$



$$\Rightarrow \frac{90}{9} = N^2$$

$$= 10 \quad \text{Slide-12G}$$

$$\Rightarrow N = 3.162$$

$$x e =$$



dt > 90% तो प्र० ५ लाख

• मुमुक्षु निम्न विवरण को



Lecture-7



Interference & System Capacity

: ২২৭৪

(TDD) উন্নয়নাধীন পরম্পরা-০১ (১)

Interference: আমার target হলে আমার desired signal থেকে interference না হয়। অন্য signal আমার signal এর সাথে mix হল। এই কাণ্ডাগীটা alter, modify হয়ে থাবে তাই interference।
মুশীর মধ্যে interference এর capacity কাজ মাঝ। cell এর capacity = number of channels.

চাক ওয়াব তে মুশীর মোবাইল রেডিও

Source: ① হ্যাতে mobile communicate করে &
জনৈ মোবাইল রেডিও frequency ব্যবহার করে এবং
একে আস্তুরীও নাকি adjacent channel হয়।
frequency range কম হলে।

③ কান্দাগী base station এ same frequency
ব্যবহার করে আবালে। অথবা co-channel cells ব্যবহার করে আবালে।

④ Non-cellular (walki-talki) এর frequency
ব্যবহার করে আবালে।

Effect: ২ টি effect পড়তে পাবে: traffic/voice channel এ
control channel এ

① cross-talk, background এর noise

আবেক channel এর বশ্য আমার call এ চলে আসলে।

② control channel দিয়ে info পাঠিয় binary value দিয়ে।
এখানে interference হল missed এবং blocked call হয়।

চ্যানেল ইন্টারফেরেন্স

Types:

১) প্রশারণ কাণ্ডের জন্মে & ২) গতিশীল জন্মে

① Co-channel Interference (CCI)

② Adjacent Channel Interference (ACI)

- ক্ষয়িক প্রক্রিয়া হিসেবে দার্শন করা হয়। এটা অনেক সময়েই ঘটে।
- গতিশীল ১) same frequency, এর cell এর interference ঘটে।

• SDR। এটা signal to noise ratio এর ফলাফল।
• transmission power বাড়িয়ে noise ratio reduce করা যায়। এখানে transmission power বাড়িয়ে তা reduce করা যায়।
• SDR অন্যান্য পদ্ধতির সাথে ১) SDR

• কারণ: transmission power দিয়ে

• co-channel cell ক্ষেত্রে effected হবে।

• কিভাবে reduce করব?: co-channel cell ক্ষেত্রে

• distance এর সাথে distance এ গাঢ়া।

• distance এর distance signal ক্ষেত্রে effected হবে।

• কারণ

• আবরা জানি, hexagon এর co-channel ক্ষেত্রে ৬টা,

• যথানে এক 6টা co-channel পাবে জেটি 1st tier,
মানে পুরো cluster ক্ষেত্রে চারপাশের।

• lateral ১০২nd tier এ co-channel cell আবরণ ১২টা,

• lateral 1st tier এর consider করি,
এবং এর distance evaluation ক্ষেত্রে দেখাবে,

• ক্ষেত্রে ক্ষেত্র ১) SDR মাধ্যমে মান করা হয়েছে ক্ষেত্রে

• SDR ক্ষেত্রে ক্ষেত্রে ক্ষেত্রে ক্ষেত্রে

• SDR ক্ষেত্রে ক্ষেত্রে ক্ষেত্রে ক্ষেত্রে

D = co-channel cell distance

$$D = RN\sqrt{3}$$

Slide-6: i=1, j=2

proof করতে বললে এজাবে diagram একে value বসিয়ে proof

$$\frac{(1)(1)}{1} \text{ ক্ষেত্র } = \frac{(1)(1)}{1-(1)\frac{1}{2}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}-\frac{1}{3}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{6}} = 3 = 9$$

Co-channel reuse ratio

$$Q = \frac{D}{R} = \sqrt{3N}$$

N এর value বাতলে capacity কমবোধ হয়ে frequency সমেই থাকে,

$\therefore Q = 3$

N " " " " " 1

N " " " CCI কমবোধ (Interference কমবোধ)

আব্রা, capacity বাড়ি চাই, কিন্তু CCI কমবোধ চাই।

তাই একটা reasonable value রাখে।

২টাকষ্ট 100% achieve করা যায়না।

Example-1: base stations = cells

$$\text{cell area} = \frac{3\sqrt{3}}{2} R^2$$

N = number of cluster cell in a cluster

$$\therefore N = \frac{300}{100} = 3$$

$$\frac{D}{P} = \sqrt{3N} \Rightarrow R = \frac{D}{\sqrt{3N}} = 3 \text{ Km}$$

$$\text{area} = 23.38$$

$$\therefore \text{basestations} = \frac{2800}{23.38} = 120 \text{ টী,}$$

CCI হয় forward channel [BS to MS] D = 0.6 meters
যোন্তর চার্বো signal to Interference Ratio যাকি থেকে

slide-9: অনেকগুলা Interference তার Σ

1st tier এল, $i_0 = 6$

$S = E_i \cdot i = i \cdot a_{-able}$

$$SIR = \frac{S}{I} = \frac{S}{\sum_{i=1}^6 I_i} = \frac{R^{-n}}{\sum_{i=1}^6 (D_i)^{-n}} = \frac{(D/R)^n}{\sum_{i=1}^6 (D_i)^{-n}} = \frac{(\sqrt{3}N)^n}{i_0} = \frac{(\sqrt{3}N)^n}{6}$$

Power law, $P_R = P_0 \left(\frac{d}{d_0}\right)^{-n} = P_0 \left(\frac{R}{d_0}\right)^n$

কাছে টি ওয়েব n Path loss factor হিসেব করা হবে।

Example-2: নিচের value assume করা নিবে

SIR > 15 dB হতে হবে। এখন নিচে দেওয়া আছে

1. মুক্ত এলেক্ট্রনিক প্রক্ষেত্রে অপারেটর

2. কাছে স্টেশনের সম্মত দূরত্ব

3. কাছে স্টেশনের প্রেসেশন

Example-1: base station = 6dB

$$\text{6dB} = \frac{E_R}{E_B} = \frac{P_R}{P_B}$$

N=number of users in a single cell

$$N = \frac{300}{8} = 37.5$$

$$m = \frac{4}{3} \pi r^2 N = \frac{4}{3} \pi \cdot 3^2 \cdot 37.5 = 375 \text{ m}^2$$

$$375 \times 38 = 14350$$

Adjacent channel Interference

Base station এর adjacent channel

চুলা allocate করা থাকে অন্যুলা হচ্ছে adjacent channel.

ACI প্রাপ্তি reverse channel এ [MV টি BS]

ACI এর main reason imperfect receiver filter

coz filtering করে যান্মানী বস্তুতে problem থাই।

Slide-14: অগোষ্ঠীয় আওতা দেখাতে।

long distance এর সাথে প্রতিকার লম্বাতে সমস্যা

Near Far Effect: desired signal টি long distance এ আছে।

অল " " short " " "

এই problem টির near far effect

desired signal + unwanted = sum total ; L-multipath

$$\frac{S}{I} = \left(\frac{d_0}{d_1} \right)^{-n}$$

$d_0 = \text{desired signal}$
 $d_1 = \text{unwanted } "$

(attenuation lost)

Example-3: $\frac{S}{I} = 10 \log \left(\frac{1000}{100} \right)^{-4}$

$= -40 \text{ dB}$

Normal dB = $\frac{\text{sum of litters}}{\text{sum of dB}} \times 100$

efficiency = $20 \times 0.1 = 2M = 5 \text{ bits/sec}$ ④

$$d_{LL} = \frac{P}{P} \leftarrow P=M \quad ④$$

$$= \frac{P_d}{e_i} \leftarrow e_i=M$$

LLG litter লম্বাতে {

$$P_d = 2E \times P$$

$$= 2I \times e_i$$

$2000 = 0.001 \times \frac{1000}{50}$ ④

$2000 = 0.001 \times \frac{1000}{50}$

Slide-18: এভাবে power control করা হয়। নির্ভীক কোম্পানি

বিষয় 1) close loop

• বিষয় 2) open loop

1) closed loop: reverse channel এ ইন্স | MU to BS, 100

MU BS কে info পাঠিয়ে অনেক কাট দ্রবণ পিয়ে।
BS জেই অন্যান্য power supply পাঠিয়।

2) open loop: MU মিতে তার power control করে। forward channel এ ১00
BS একটি signal পাঠিয় মাঝ একটি pilot signal.

যদি দিয়ে MU calculate করে আর অতুল power
নাগে।

100% মুখ্য মাঝ কাট পিয়ে।

problem-1: channel = forward + reverse

$$\begin{aligned} \text{forward bandwidth} &= 870 \text{ to } 890 + 825 \text{ to } 845 \text{ MHz} \\ \text{backward bandwidth} &= 20 + 20 \text{ MHz} \\ &= 40 \text{ MHz} \quad (\text{total bandwidth}) \end{aligned}$$

একটি channel এর forward/reverse এর bandwidth = 30 kHz

$$\therefore \text{number of channel} = \frac{40 \text{ MHz}}{30 \text{ kHz}} = 667 \text{ channels}$$

(a) Capacity = MS = $16 * 667 = 10672$

(b) $N=4 \rightarrow \frac{667}{4} = 166$

$$N=19 \rightarrow \frac{667}{19} = \dots$$

(c) $4 * 16 = 64$ } বস্তুলা total cell
 $19 * 16 = \dots$

(d) $166 * 100 = 16600$ [4 পথ]
 $\frac{667}{19} * 100 = \dots \approx 34877$

Lecture-8

Trunking

Trunking a math র অর্থ।

Trunking = Blocking & non-blocking maintain করে।

মোবাইল \times number of channel numbers of user এর চেয়ে বড় = blocking

$$\text{ক্ষমতা } 8 \times 8 = \frac{64}{64} = " " " " " \text{ এর } = \text{Non } "$$

But practically at a time বন্ধন অব user call request
করবে।

Trunking আবেদন কিভাব large no of user কে limited.

no of channel assign বন্ধন পাবি।

মাত্র 8 টাকের ফুল মোবাইল নেটওর্ক দে জন্য গুরুতর।

TRS = Trunked Radio System. (Trunking উকে কর্তৃত স্যুস্যু তথ্য বন্ধন)

Common terms in trunking:

Setup time: Call setup করার time।

Blocked call: Call req আসে, but কোনো channel allocate
করা হ্যনি।

Holding time: Call কার্ডেন ধরে ছিটে।

Request Rate: call setup এর জন্য বশেগার request বন্ধন।

Traffic intensity: একটি channel রেতে কোথুরু কোথুরু busy থাক।

channel utilization. Erlang একটি unit।

Load: Total system এর load。

Erlang: ഏ value $0 \rightarrow 1$ ആണ് ।

8. എൽംഗ്

Braimark

1 ഘട്ടി busy ശാഖയും 1 erlang.

30 mins " " 0.5 " after ① Braimark

1 ഘട്ടി സ്ഥാപനം Braimark-nor & Braimark = Braimark

Erlang example: Traffic intensity = number of call \times duration

$$= 30 \text{ mins} \times 5 \text{ mins} = \frac{30 \times 5}{60} = 2.5 \text{ Erlang}$$

duration = holding time

slide-7: ബഹിരി കു ലോവ ഫോറു ചാർക്കി അടുത്ത പ്രൈമേറ്റ്

ചീരു അല്ല മുൻ പ്രൈമേറ്റ് ഫോറു

Example: one hour ഏ കമ്പ്യൂണ്ടി കൗൺസിൽ അടച്ച & താഴെ

duration: കു അല്ല മുൻ പ്രൈമേറ്റ് കൗൺസിൽ കു അല്ല മുൻ പ്രൈമേറ്റ് = 240
channel 1 ഏ 0 min ഏ അക്കെ പിലാവാഥാ വക്ക് 2 min.
primumat നി അല്ല മുൻ

Grade of service: ഒരു കോൺകെൻ ബൈസ് time നിന്നും performance വിശ്വരജ്ഞ

ഉപയോഗിക്കുന്ന model ആണ് എന്ന് : മുൻ പ്രൈമേറ്റ്

1) BCC = Blocked calls cleared /

2) LCC = Lost call Cleared / Erlang B system.

1) BCC = കൗൺസിൽ അല്ല മുൻ പ്രൈമേറ്റ്

2) BCD / LCD / Erlang C system.

1) BCC = കൗൺസിൽ അല്ല മുൻ പ്രൈമേറ്റ് അവ ചാൻഡി ബൈസ് call ടോക് blocked

2) BCD = " " " . block ചെയ്യുന്നതു മുൻ : bcd " " " delay "

Slide-12: C = channel

A = traffic intensity

mathematically এই formula টিয়ে বিনু ব্যবহার কর

Slide-14: এই chart থেকে math ব্যবহা

টিয়ে ফিরে chart টা।

Number of channel দওয়া আছে

0.01, 0.005 কম্বলা হচ্ছে probability of blocking.

value কম্বলা হচ্ছে traffic intensity.

Slide-15: ~~কোনো~~ 2 টির connection point a নামের intensity আছে

Slide-16: same math

Slide-17: পাঠ্যে,

Slide-20: এগুলো delay করাবে, একটি var time fix করবে নয়।

২ রকম delay : 1) conditional

2) unconditional

Problem-3: N = 4

Cell radius = 1.387 km

$A_u = 0.029$ Erlang

$\lambda = 1$ call/hour

GOS = 0.05

$$\textcircled{1} \quad U = \frac{A}{A_u} = \frac{1}{0.029}$$

no of channel per cell = $\frac{60}{4} = 15$

cell ഏ അരു = $\frac{3\sqrt{3}}{2} R^2 = 5$ (for example) slide 8
 Assumed = 0
 gthangalni offload = 0

5 km² ദൈഖിയായാണ് അന്തരി ടോ പ്ലോട്ടോവായാണ്

$$\therefore \text{ " } \frac{310}{3}$$

(Assume offload = 0) slide 9

⑥ Conditional probability: $\Pr[\text{delay} > t | \text{delay}] = \exp - (C - A) t / H$

$A = 2H$ ആണ് ലമ്മഡോ കൂടുതൽ

Assumed = 0 കൂടിയാണ് അംഗം എം.0, 10.0

gthangalni offload വരും എല്ലാ

problem-1:

ഒരു കാർ നാൻ നിരുപ്പായാണ് എന്നും slide 10

ഓഫോൾ എന്നും slide 11

ഓഫോൾ slide 12

1 ദിവസം ചാലുക്കി സ്റ്റേറ്റ് ഫോർ പോലീസ് ഹൈഡ്രോജൻ
 ലോറിഫീബ്രോസ് (L) : പോലീ ടെക്സ്റ്റ് +
 ലോറിഫീബ്രോസ് (S)

$P = N$ slide 13

2) Bed \rightarrow നാൻ 488.1 = അഭ്യന്തരി

call. no. \rightarrow ഫോൺ 330.0 = A

നും 1 = B

(1) $488.1 = 330.0$

$$\frac{A}{330.0} = \frac{B}{488.1} = 0 \quad @$$

$\therefore 1 = \frac{330.0}{488.1} = 0.679$ നേരിയ ശ്രദ്ധാ കൂടുതൽ

problem - 5:

Total system area = 1000 km^2

$$\frac{1}{4} \pi R^2 = 1190 \text{ cells}$$

Total population = $30,000,000$ people

$$R = 2 \text{ km}$$

$$N = 7$$

$$\lambda = \frac{1}{2}$$

$$H = \frac{1}{60}$$

$$P_R = 0.005$$

$$R_E = 1.8$$

$$F_C$$

$$e_P = 1.0$$

$$0.01$$

$$C_0 \cdot D = 20\beta$$

$$\beta = 5$$

$$\frac{C_0}{D} = 11$$

① Total number of cell = 96

Problem: $N = 9$

$$R = 1.387 \text{ km}$$

System Total channel = 60

$$A_u = 0.029$$

$$\lambda = 1$$

$$P_R = 0.05$$

$$A =$$

•

problem-1:

$$\text{Population} = 2 \times 10^6$$

$$A \approx \text{cell} = 394$$

$$\text{channel per cell} = \frac{\text{Total population}}{\text{Area}} = \frac{2 \times 10^6}{7000 \text{ Km}^2}$$

$$B: 98$$

$$57$$

$$C: 49$$

$$100$$

$$g_{OS} = 0.02$$

$$\lambda = 2$$

$$H = \frac{3}{60}$$

$$R = 5 \text{ Km}$$

$$F = N$$

$$\frac{1}{5} = R$$

$$\frac{1}{60} = H$$

$$R = 500 \text{ Km}$$

$$\text{Total number of cell} = 1120$$

$$P = N$$

$$N = 5000 \text{ Km}^2$$

$$Q = \text{Area of cell} = 25 \text{ Km}^2$$

$$Q = 0.025 \text{ Km}^2$$

$$L = F$$

$$E = 0.025 \text{ Km}^2$$

-A
6

Lecture-7

D = co-channel cell distance

$$D = RN\sqrt{3}N$$

Q = co-channel reuse ratio

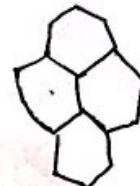
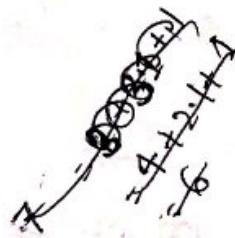
$$Q = \frac{D}{R} = N\sqrt{3}N$$

i_0 = no of co-channel cell

$$SIR = \frac{(D/R)^n}{i_0}$$

$$SIR = \left(\frac{d_0}{d_1}\right)^{-n}$$

$$SIR = \frac{R^{-n}}{2(D+R)^{-n} + 2(D+R)^{-n} + 2D^{-n}}$$



Co-channel Interference

adjacent Channel Interference

$$17dB = \frac{\cancel{(N\sqrt{3}N)^4}}{i} = \frac{1}{2(Q-1)^{-4} + 2(Q+1)^{-4} + 2Q^{-4}}$$

Lecture-11

Antenna

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Introduction: Electrical conductor যাতে transmission এবং reception করতে পারে।

Radiation pattern: Directional: একটি direction এ দয় এবং Omnidirectional: সমস্ত দিকে দয়।

Radiation Pattern Parameters:

Main lobe = maximum radiation এর direction.

Beamwidth = main lobe এর half এর angle.

Minor lobe = main lobe ছাড়া বাকিটুনা,

Back lobe = " " এর opposite এ যেটো

side lobe = " " " adjacent টুনা,

null = কোনো power radiate কোনো

Types of antenna:

① Isotropic antenna: অবশিষ্টে সমান power radiate বলো / sphere to antenna এর center এ থাকে। distance বাজেল power বাজে।

② Dipole antenna: ① half wave dipole antenna = hertz antenna :

$$\text{যার length} = \frac{\lambda}{2}, \quad \text{diagram: } \overbrace{\text{---}}^{\frac{\lambda}{2}}$$

② Quarter-wave vertical antenna = Marconi antenna :

$$\text{যার length} = \frac{\lambda}{4} \quad \text{diagram: } \begin{array}{c} \uparrow \\ \square \end{array}$$



② Parabolic Reflector Antenna : পার্বেট নাম্বা

Antenna Field Types:

power, $P_{RF}(d) = P_0 \left(\frac{d}{d_0}\right)^{-n}$ এখনো কোথায় দিয়ে আসবে ?

ওটা region¹ Far field এ power calculate কৈ বলু ?

যাকি ২ টি রং ঘাসতা ?

১) Reactive near field: radiate কৈ কৈ energy gain

কৈ ?

$$R \leq 0.62 N \sqrt{\frac{D^3}{\lambda}}$$

area/region

D=antenna এর dimension

$\lambda = \frac{C}{F}$ এর হীন এর একই কৈ = দীর্ঘতম

২) Radiative Near-field (Fraunhofer) Region:

radiate কৈ আগ পর্তি কৈ point

$$0.62 N \sqrt{\frac{D^3}{\lambda}} < R < \frac{2D^2}{\lambda}$$

৩) Far-Field (Fraunhofer) Region:

$$R > \frac{2D^2}{\lambda} \quad \text{conditions: } R \gg D, R \gg \lambda$$

$$BW = \frac{70\lambda}{d}$$

Example - 1.1: ① $C = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

$$f = 300 \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{C}{f} = 1000 \text{ km}$$

half wavelength, $\frac{\lambda}{2} = 500 \text{ km}$.

$$\text{② } \frac{\lambda}{2} = 1 \text{ m}$$

$$\therefore \lambda = 2 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

$$\therefore f = \frac{C}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{2} \text{ Hz} = 150 \text{ MHz}$$

Example - 2: ① $R > \frac{2D^2}{\lambda}$

$$D = 1 \text{ m}$$

$$f = 900 \text{ MHz}$$

$$\lambda = \frac{C}{f} = \frac{3 \times 10^8}{9 \times 10^8} = 0.33 \text{ m}$$

$$\text{P.D. } R = \frac{2 \times 1^2}{0.33} = 6 \text{ m}$$

$$\text{② } R = 2 \text{ m}$$

$$f = 16 \text{ GHz}$$

$$BW = 3 \text{ dB} = \frac{70 \lambda}{d}$$

$$\lambda = \frac{C}{f} = \frac{3 \times 10^8}{16 \times 10^9} = 0.01875$$

$$\therefore \text{S.D.} = \frac{70 \times 0.01875}{2} \\ = 0.65625$$

Antenna Gain

Power ratio = $\frac{P_{out}}{P_{in}}$ Power gain in dB/10

$$\text{Power ratio} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \approx 10^{\text{Power gain in dB}/10}$$

$$G_t = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$$

G_t = gain

A_e = effective area
 λ = wavelength

Example-2: $R = 2 \text{ m}$ $f = 12 \text{ GHz}$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{12 \times 10^9} = 0.025 \text{ m}$$

$$A_e = 0.56 \pi R^2 = 0.56 \times 3.1416 \times \left(\frac{2}{2}\right)^2 = 1.759 \text{ m}^2$$

| Type of Antenna | Effective Area | Power Gain |
|-----------------|---------------------------------|---|
| Isotropic | $\frac{\pi^2}{4\pi}$ | 1 |
| Half-wave | $1.69 \cdot \frac{\pi^2}{4\pi}$ | 1.69 |
| Parabolic | $0.56 \pi R^2$ | $(R = \frac{d}{2}) \frac{\pi R^2}{\lambda^2}$ |

$$G_t = \frac{7 \pi R^2}{\lambda^2} = \frac{7 \times 3.1416}{(0.025)^2} = 35185.92 \approx 35186$$

$$= 10 \log (35186)$$

$$= 45.46 \text{ dB}$$

line of sight (LOS);

optical LOS;

$$d_0 = 3.57 \sqrt{h}$$

effective/radio LOS;

$$d_{eff} = 3.57 \sqrt{k} h$$

$h = \text{antenna height}$

$k = \text{adj factor}$

between 2 antennas: $d_{max} = 3.57(\sqrt{k}h_1 + \sqrt{k}h_2)$

Example -1: $d_{max} = 3.57(\sqrt{\frac{4}{3}} * 100 + 0) = 41 \text{ km}$

Example -2: $d_{max} = 3.57(\sqrt{k}h_1 + \sqrt{k}h_2)$

$$41 = 3.57(\sqrt{k}h_1 + \sqrt{\frac{3}{4}} * 10)$$

$$\Rightarrow \frac{41}{3.57} = \sqrt{\frac{3}{4}} h_2 = \frac{9}{\sqrt{4}} h_2 = \frac{9}{2} h_2$$

$$\Rightarrow 7.8 = \sqrt{\frac{4}{3}} h_1$$

$$\therefore h_1 = 9.62 \text{ m}$$

Problems; ~~Ques 1 & 2~~ Ques 1 (a) $f = 15 \text{ MHz}$

$$(a) d_{max} = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{15 \times 10^6} = 20 \text{ m}$$

half wave dipole length, $h_{dipole} = \frac{\lambda}{2} = 10 \text{ m}$

$$(b) d_{max} = 3.57(\sqrt{k}h_1 + 0) = 3.57(\sqrt{\frac{4}{3}} * 10) = 13.03 \text{ km}$$

(a) $d_{max} = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{15 \times 10^6} = 20 \text{ m}$

② $d_{\text{max}} = 80 \text{ km}$

for best

$$d = \sqrt{4 \lambda h}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{80}{3.57}\right)^2 = \frac{4}{3} h$$

$$\therefore h = 37.2 \text{ m}$$

Fris Free Space Equation:

$$P_R = P_t G_t G_R \frac{\lambda^2}{(4\pi d)^2}$$

$$\text{ideal: } \frac{P_t}{P_R} = \frac{(4\pi d)^2}{\lambda^2}$$

Free space loss: $L_{dB} = 10 \log \frac{P_t}{P_R}$

$$= 20 \log(f) + 20 \log(d) - 147.56 \text{ dB}$$

$$= -20 \log(\lambda) + 20 \log(d) + 21.98 \text{ dB}$$

$$\frac{P_t}{P_R} = \frac{(4\pi d)^2}{G_R G_t \lambda^2} = \frac{(\lambda d)^2}{A_t A_R}$$

$$L_{dB} = 20 \log(\lambda) + 20 \log(d) - 10 \log(A_t A_R)$$

$$= -20 \log(f) + 20 \log(d) - 10 \log(A_t A_R) + 169.59 \text{ dB}$$

Example: ① $h_1 = \frac{\lambda}{2}$
 $h_2 = \frac{\lambda}{2}$

$$\frac{P_t}{P_R} = \frac{(4\pi d)^2}{G_t G_R \lambda^2}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{100 \times 10^3} = 3 \text{ m}$$

$$G_t = 3 \text{ dB} = 10 \log x$$

$$G_R = 3 \text{ dB} \Rightarrow \frac{3}{10} = \log x$$
$$\therefore x = 10^{3/10} = 1.99$$

$$P_t = 1 \text{ W} \quad \simeq 2$$

$$d_{\max} = 10 \text{ km}$$

$$\therefore P_R = \frac{1 \text{ W}}{3.49}$$

$$P_R = ?$$

$$f = 100 \text{ MHz}$$

$$= 2.864 \times 10^{-9}$$

② $P_t = 50 \text{ W}$

$$\text{dBW} = 10 \log (50) = 16.99 \text{ dBW}$$

$$\text{dBm} = 10 \log (50 \times 10^3) = 46.99 \text{ dBm}$$

$$f = 900 \text{ MHz} \quad \lambda = \frac{3 \times 10^8}{9 \times 10^8} = \frac{1}{3}$$

$$P_R$$

$$d = 100 \text{ m}$$

$$① R < 0.62 \sqrt{\frac{D^3}{\lambda}}$$

$$② 0.62 \sqrt{\frac{D^3}{\lambda}} < R < \frac{2D^2}{\lambda}$$

$$③ R > \frac{2D^2}{\lambda}$$

$$④ \text{Beamwidth} = \frac{70\lambda}{D}$$

$$⑤ \text{Effective area} = A_e$$

$$G_t = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$$

$$⑥ \text{for optical los}, d_0 = 3.57 \sqrt{h}$$

$$⑦ \text{" effective "}, d_{th} = 3.57 \sqrt{kh}$$

$$⑧ d_{max} = 3.57 (\sqrt{kh_1} + \sqrt{kh_2})$$

⑨ Friis Free space equation

$$\frac{P_R}{P_t} = G_t G_R \frac{\lambda^2}{(4\pi d)^2}$$

$$⑩ \text{dB} = 20 \log(f) + 20 \log d - 147.56 \text{ dB}$$

$$= -20 \log(f) + 20 \log d - \log \log(A_r A_t) + 169.59 \text{ dB}$$

$$⑪ P_R(d) = P_R(d_0) \left(\frac{d_0}{d}\right)^2$$

$$= 10 \log P_R(d_0) + 20 \log \left(\frac{d_0}{d}\right)$$

$$⑫ \text{dB} = 10 \log \left(\frac{P_t}{P_R}\right)$$

$$⑬ N_0 = kT, N_0 = kTB$$

$$⑭ \frac{E_b}{N_0} = \frac{S}{RkT}$$

