Set : 01

Lecture : 04

Traditional mobile service: বড় powerful transmitter থাকবে যেটা 50 km radius এর area কে cover করবে। Drawbacks:

→ high power consumption
→ large size of mobile.
→ low capacity

Cellular concept: এটা বড় powerful transmitter কে replace করবে অনেকগুলো Low power transmitter দিয়ে যা small portion of area cover করবে। Features:

→ high capacity
→ frequency reuse
→ cellular expansion
→ handover
→ roaming between networks
→ communication is always between mobile and base station

Cell:
A large geographic area is divided into small areas are called cells.

Cluster:
The group of cells which collectively use the complete set of available frequencies is called a cluster.

Shape of cell:

কয়েকটা Circle দিয়ে shape টা বানালে, cluster এর adjacent cell গুলোর মাঝে gap পাওয়া যাবে। তাই circle বাদ। Triangle নিলে adjacent cell এর সংখ্যা কম হয়। Square নিলে center to center distance different হয় for each adjacent cells। In hexagon, cell গুলোর মধ্যে gap নাই, প্রতি cell এর center থেকে neighbor cell এর center এর distance same, adjacent cell সংখ্যাও বেশি। তাই এটা use হয়।

hexagon:
- → provide equidistant antennas
- → distance from center to each vertex equals to the length of a side of a hexagon
- → for a cell radius R, distance between cell center and each adjacent cell center is $d=\sqrt{3}R$
- → cover an entire area without overlapping and without any gap

Components of cellular system:

1) Mobile station (MS): আমাদের mobile phone। transmitter, receiver, antenna, control circuitry থাকবে

2) Base station (BS): antenna, controller, transmitter, receiver থাকবে। Phone call করলে base station এর সাথে communicate করে means BS call process handle করে। BS দিয়ে cell define করা হয়।

3) Base Station Controller (BSC): অনেকগুলো BS একটা BSC এর under এ থাকে। Subscriber যখন cell to cell move করে BSC তখন handover perform করে। অনেকগুলো BSC একটা MSC এর সাথে connected।

4) Mobile switching Center (MSC): Operator গুলোর main office। বারিধারা Grameenphone এর main office এ MSC থাকে। কয়েকটা MSC থাকতে পারে। যেমন: Dhaka, Ctg। mobile to mobile connection network setup করে। Assigns voice channel to each cell. Subscriber একটা BSC থেকে আরেকটা BSC তে গেলে যে handover করা লাগে সেটা MSC করে।

5) Public Switched Telephone Network (PSTN)

Channel: ২ ধরনের:

i) Control: আমার mobile কোন BS এর সাথে connect হবে সেটা establish করে। Phone call এর authentication + activation করে (setting up and maintaining calls)

ii) Traffic: voice transmit হয় between users

(Traffic channel বেশি হয়, control channel কম হয়)

Duplex Concept:

i) FDD: ২টা simplex channel দিয়ে frequency division duplexing establish হয়। একটা Forward link frequency or downlink (BS থেকে mobile); আরেকটা Reverse link frequency or uplink (mobile to BS)

ii) TDD : Time division duplexing এ total time কে ২ ভাগে ভাগ করে ১টা time slot কে রাখা হয় Uplink এর জন্য. আরেকটাকে downlink এর জন্য।

Voice conversation এ FDD, Data communication এর জন্য TDD।

Example : 01 :

Channel Bandwidth $= 2 \times 25 \times 10^3$ Hz = 50000 Hz

Total Bandwidth = 33 MHz = 33000000 Hz

$$\therefore \text{No. of channel} = \frac{3300\cancel{0000}}{5\cancel{0000}} = 660 \text{ (ans:)}$$

Mobile on করলে যে ১টা তখন ১টা specific cell এ থাকে। তারপর control channel এর power scan করে এবং যেই BS এর control channel strongest পায় তার সাথে communicate করে। User identify এর জন্য কিছু info পাঠাতে হয় যে ঐ operator এর user কিনা। তাই handshake হয়। এভাবে move করতে থাকলে strong control channel খুঁজতে থাকে আর strong পেলে ঐ BS এর সাথে connect হয়। এটাই mobile unit initialization।

Connected হওয়ার পর phone call করতে চাইলে BS কে info পাঠাবে যে কার সাথে connect হতে চায়। তার আগে check করবে control channel free কিনা। Then BS ঐ number কে MTSO তে পাঠাবে। MTSO = Mobile Telephone Switching office। MTSO আর MSC একই। এটাই mobile originated call।

MTSO এর কাছে number আসার পর identify করবে যে ঐ number টা কোথায় আছে। Identify এর জন্য BS এ info send করে। একে paging বলে। Paging এ info থাকে যে কে কার সাথে communicate করতে চায়। Then each BS ঐ info broadcast করে তার cell এ। যেই no. এর সাথে communicate করাতে চাচ্ছে ঐ no. টা msg কে receive করে। এই whole connection setup এর কাজ হয় control channel দিয়ে।

এখন সে BS কে জানাবে যে ও receive করবে। এখন BS response পাঠাবে MTSO তে যে আমার cell এর আমার mobile unit এটা। Then MTSO ২টা mobile unit এর মধ্যে network path create করবে। Circuit path create করবে মানে ওটা traffic channel assign করবে। সেই assigned channel দিয়ে mobile ২টা communicate করবে। এটাই call accepted।

Ongoing call টা যায় through their respective BS and MTSO.
mobile $\leftrightarrow$ BS $\leftrightarrow$ MTSO $\leftrightarrow$ BS $\leftrightarrow$ mobile

communication চলা অবস্থায় mobile unit ওটা cell থেকে আরেকটা cell এ চলে গেলে তখন new BS এ new traffic channel assign করাই handoff যাতে call drop না হয়।

Call Blocking: সব traffic channel busy হলে তখন call block হয়ে যায়।

Call Termination: কথা শেষে call কেটে দেয়া হলে তাকে বলে।

Call Drop: weak signal হলে অথবা কথা বলার সময় cell to cell move এর পর new cell এ ফাঁকা traffic channel না পেলে call কেটে যায়। এটাই call drop। handoff এর জন্য।

Co-channel Cells:
Cells that use the same set of frequency channels are called co-channel cells.

যত বেশি cluster, তত বেশি user কে serve করা যাবে। তাই cluster size ছোট করলে একই area তে বেশি cluster পাওয়া যাবে। ফলে বেশি user কে service দেয়া সম্ভব। এখানে Interference এর জন্য এটাও খুব ছোট সম্ভব হয়না।

Frequency reuse Concept:

$S = KN$
- S = no. of duplex channels
- K = channel for each cell
- N = no. of cell

$C = MKN = MS$
- C = Cellular system capacity
- M = cluster no./cluster quantity

$N = i^2 + j^2 + ij$
- i = center থেকে কয়টা cell উপরে যাব
- j = i পার করে 60° clockwise কয়টা cell cross করব

Example : 2 :

Total Bandwidth $= 33\times10^6$ Hz

Channel Bandwidth $= 2\times 25\times10^3$ Hz $= 50\times10^3$ Hz

$\therefore$ No. of channel, $S = \dfrac{33\times10^6}{50\times10^3} = 660$

Here, $S = 660$

$N = 4$

$K = ?$

We know,

$S = KN$

$\Rightarrow K = \dfrac{S}{N}$

$\Rightarrow K = \dfrac{660}{4}$

$\therefore K = 165$ (ans:)

Channel assignment strategies: ২ ধরনের:

i) fixed : each cell এ কয়টা channel থাকবে fix করে দেয়। ফলে call blocking এর problem হতে পারে। দেখা যাবে কিছু cell এ বেশি request আসছে কিন্তু fixed channel থাকায় call block হচ্ছে। আবার কিছু cell এ request ই আসছেনা। ফলে channel waste হচ্ছে। এক্ষেত্রে borrowing strategy maintain হয়। এক্ষেত্রে যেই cell এর channel free সেই cell থেকে channel borrow করা যেতে পারে। সেক্ষেত্রে MSC সম্পূর্ণ ব্যাপারকে monitor করে

ii) dynamic : যে cell এ যতটুকু channel দরকার ততটুকু নেয়। fixed থাকেনা। এটা specific cell এ channel দেয়ার সময় check করে অন্য cell এ call block হয় কিনা future এ, যে cell এ channel দেয়া হচ্ছে তার adjacent cell এ same frequency আছে কিনা, co-channel এর distance ও check করে।

Problem : 01 :

i) Cell area = $\frac{3\sqrt{3}}{2} \times R^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times (1.6)^2 = 6.651075101 \text{ km}^2$

Total area = $32 \times 6.651075101 = 212.8344032 \text{ km}^2$ (ans:)

ii) Here, $S = 336$

$N = 7$

$K = ?$

We know,

$S = KN$

$\Rightarrow K = \frac{S}{N}$

$\Rightarrow K = \frac{336}{7}$

$\therefore K = 48$ (ans:)

iii) Here, $M = 32$

$K = 48$

$N = 7$

We know,

$C = MKN$

$\Rightarrow C = 32 \times 48 \times 7$

$\therefore C = 10752$ (ans:)

Problem : 02 :

a) Total Bandwidth = 33×10^6 Hz

Channel Bandwidth = $2 \times 25 \times 10^3$ Hz = 50×10^3 Hz

$\therefore$ no. of channel, $S = \frac{33 \times 10^6}{50 \times 10^3} = 660$

Here,

$S = 660$

$N = 4$

$K = ?$

We know,

$$S = KN$$
$$\Rightarrow 660 = K \times 4$$
$$\Rightarrow K = \frac{660}{4}$$
$$\therefore K = 165 \text{ (ans:)}$$

b) no. of control channel $= \frac{1 \times 10^6}{50 \times 10^3} = 20$

As $N=4$, $\frac{20}{4} = 5$ control channels can be assigned

no. of voice channel $= 660 - 20 = 640$

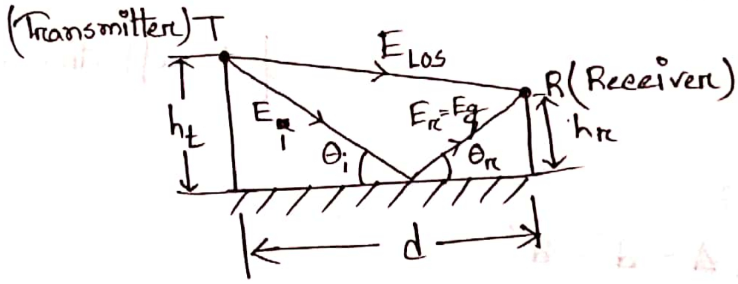
As $N=4$, $\frac{640}{4} = 160$ voice channels can be assigned

As only 1 control is needed, we will assign 1 control channel and 160 voice channels in each cell

<u>Set : 02</u>

<u>Lecture : 11</u>

2-Ray Ground Reflection Model



$E_{TOT} = E_{LOS} + E_g$

E_{TOT} = Total received E-field

E_{LOS} = Direct LOS component

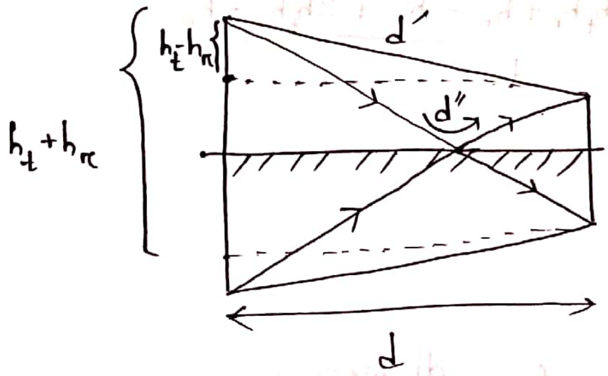
E_g = Ground reflected component

$\therefore E_{TOT} = E_{LOS} + E_g$

Let, E_0 = Free space E-field at distance d_0

$\therefore E(d,t) = \frac{E_0 d_0}{d} \cos\left(\omega\left(t - \frac{d}{c}\right)\right)$

$$E(d,t) = E(d)\cos\omega t = \frac{E_0 d_0}{d}\cos\omega t = \frac{E_0 d_0}{d}\cos\left(\omega\left(t-\frac{d}{c}\right)\right)$$



$\therefore E_{LOS}(d',t) = \frac{E_0 d_0}{d'} \cos\left(\omega\left(t - \frac{d'}{c}\right)\right)$

$\therefore E_g(d'',t) = \frac{E_0 d_0}{d''} \cos\left(\omega\left(t - \frac{d''}{c}\right)\right)$

$$\therefore E_{TOT}(d,t) = E_{LOS}(d',t) + E_g(d'',t)$$

$$= \frac{E_o d_o}{d'} \cos\left(\omega\left(t - \frac{d'}{c}\right)\right) + (-1)\frac{E_o d_o}{d''}\cos\left(\omega\left(t - \frac{d''}{c}\right)\right)$$

[−1 = reflection coefficient]

Path difference, $\Delta = d'' - d'$

$$= \sqrt{(h_t+h_r)^2 + d^2} - \sqrt{(h_t-h_r)^2 + d^2} \quad \text{[Pythagoras theorem]}$$

$$= d\sqrt{1+\left(\frac{h_t+h_r}{d}\right)^2} - d\sqrt{1+\left(\frac{h_t-h_r}{d}\right)^2}$$

$$= d\left\{1+\frac{1}{2}\left(\frac{h_t+h_r}{d}\right)^2\right\} - d\left\{1+\frac{1}{2}\left(\frac{h_t-h_r}{d}\right)^2\right\}$$

$$= d + \frac{d \times (h_t+h_r)^2}{2 \times d^2} - d - \frac{d(h_t-h_r)^2}{2d^2}$$

$$= \frac{(h_t+h_r)^2}{2d} - \frac{(h_t-h_r)^2}{2d}$$

$$= \frac{h_t^2 + 2h_t h_r + h_r^2 - h_t^2 + 2h_t h_r - h_r^2}{2d}$$

$$= \frac{4h_t h_r}{2d}$$

$$= \frac{2h_t h_r}{d}$$

Phase difference, $\theta_\Delta = \omega \tau_d \quad \left[\tau_d = \frac{\text{distance}}{\text{speed}}\right]$

$$= 2\pi f \frac{\Delta}{c}$$

$$= 2\pi f \frac{\Delta}{\lambda f} \quad [c = f\lambda]$$

$$= \frac{2\pi\Delta}{\lambda}$$

Time delay, $\tau_d = \frac{\Delta}{c} = \frac{\theta_\Delta \lambda}{2\pi f \lambda} = \frac{\theta_\Delta}{2\pi f}$

For, $t = \frac{d''}{c}$,

$$E_{TOT}(d,t)_{t=\frac{d''}{c}} = \frac{E_0 d_0}{d'}\cos\left(\omega\left(\frac{d''}{c}-\frac{d'}{c}\right)\right) - \frac{E_0 d_0}{d''}\cos\left(\omega\left(\frac{d''}{c}-\frac{d''}{c}\right)\right)$$

$$= \frac{E_0 d_0}{d'}\cos\left(\omega\left(\frac{d''-d'}{c}\right)\right) - \frac{E_0 d_0}{d''}\cos 0^\circ$$

$$= \frac{E_0 d_0}{d'}\cos\left(\omega\left(\frac{\Delta}{c}\right)\right) - \frac{E_0 d_0}{d''}$$

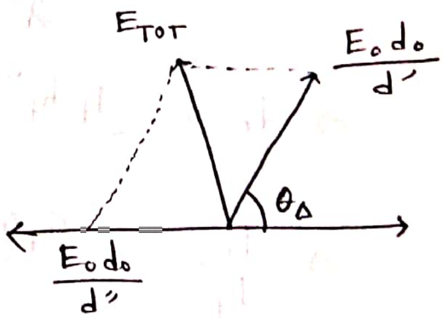
$$= \frac{E_0 d_0}{d'}\cos(\omega\tau) - \frac{E_0 d_0}{d''}$$

$$= \frac{E_0 d_0}{d'}\cos\theta_\Delta - \frac{E_0 d_0}{d''}$$

if d becomes large, then $d = d' = d''$

$$\therefore E_{TOT}\left(d, \frac{d''}{c}\right) = \frac{E_0 d_0}{d}(\cos\theta_\Delta - 1)$$

$$E_{TOT}(d) = \sqrt{\left\{\frac{E_0 d_0}{d}\cos(\theta_\Delta - 1)\right\}^2 + \left\{\frac{E_0 d_0}{d}(\sin\theta_\Delta)\right\}^2}$$



$$= \frac{E_0 d_0}{d}\sqrt{2 - 2\cos\theta_\Delta}$$

$$\approx 2\frac{E_0 d_0}{d}\sin\left(\frac{\theta_\Delta}{2}\right)$$

$$\approx 2\frac{E_0 d_0}{d}\left(\frac{\theta_\Delta}{2}\right)$$

$$\approx 2\frac{E_0 d_0}{d}\left(\frac{2\pi\Delta}{2\lambda}\right)$$

$$\approx 2\frac{E_0 \cancel{E_0} d_0}{d}\frac{2\pi \; 2h_t h_r}{2\lambda d}$$

$$\approx \frac{4\pi E_0 d_0 h_t h_r}{\lambda d^2}$$

Scanned with CamScanner

$$P \propto E^2$$

$$\therefore |E_{TOT}(d)^2| = \left| \frac{4\pi E_0 d_0 h_t h_r}{\lambda d^2} \right|^2$$

$$\therefore P_r = \frac{(4\pi)^2 E_0^2 d_0^2 h_t^2 d_r^2}{\lambda^2 d^4}$$

$$= \frac{(4\pi)^2 P_0 d_0^2 h_t^2 h_r^2}{\lambda^2 d^4} \qquad [P_0 \propto E_0^2]$$

$$\text{Free Space Loss} = \frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi d)^2}{G_t G_r \lambda^2}$$

$$\Rightarrow P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi d)^2}$$

$$\therefore P_0 = P_t G_t G_r \frac{\lambda^2}{(4\pi d_0)^2} \qquad [P_0 = P_r]$$

$$\therefore P_r = \frac{\cancel{(4\pi)^2} \cancel{d_0^2} h_t^2 h_r^2}{\cancel{\lambda^2} d^4} \times \frac{P_t G_t G_r \times \cancel{\lambda^2}}{\cancel{(4\pi)^2} \cancel{d_0^2}}$$

$$\Rightarrow P_r = \frac{P_t h_t^2 h_r^2 G_t G_r}{d^4}$$

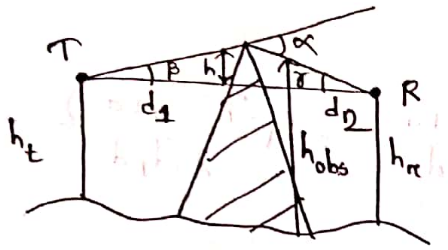
$$\Rightarrow \frac{P_r}{P_t} = \frac{G_t G_r h_t^2 h_r^2}{d^4}$$

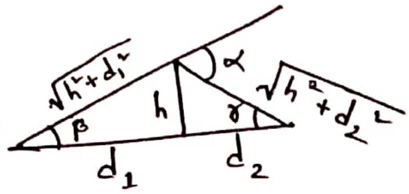
$$\Rightarrow \frac{P_t}{P_r} = \frac{d^4}{G_t G_r h_t^2 h_r^2}$$

$$\Rightarrow L_{dB} = 40 \log d - 10 \log (G_t G_r) - 20 \log (h_t h_r)$$

Reflection না থাকলে তখন Diffraction :

Knife edge diffraction model :





$E_d = E_0 \exp(-j\phi)$ [E_d = Electric field due to diffracted path]

path difference, $\Delta = \sqrt{h^2+d_1^2} + \sqrt{h^2+d_2^2} - d_1 - d_2$

$$= d_1\sqrt{1+\frac{h^2}{d_1^2}} + d_2\sqrt{1+\frac{h^2}{d_2^2}} - d_1 - d_2$$

$$\approx d_1\left(1+\frac{1}{2}\frac{h^2}{d_1^2}\right) + d_2\left(1+\frac{1}{2}\frac{h^2}{d_2^2}\right) - d_1 - d_2$$

$$\approx d_1 + \frac{d_1 h^2}{2d_1^2} + d_2 + \frac{d_2 h^2}{2d_2^2} - d_1 - d_2$$

$$\approx \frac{h^2}{2d_1} + \frac{h^2}{2d_2}$$

$$\approx \frac{h^2 d_2 + h^2 d_1}{2d_1 d_2}$$

$$\approx \frac{h^2(d_1+d_2)}{2d_1 d_2}$$

$\alpha = \beta + \gamma$ [$d_1, d_2 \ggg h$]

$$\approx \frac{h}{d_1} + \frac{h}{d_2}$$

$$\approx \frac{h(d_1+d_2)}{d_1 d_2}$$

$\tan\beta = \frac{h}{d_1}$ $\quad$ $\tan\gamma = \frac{h}{d_2}$

$\therefore \beta = \frac{h}{d_1}$ [$\tan x \approx x$] $\quad$ $\therefore \gamma = \frac{h}{d_2}$ [$\tan x \approx x$]

phase difference, $\phi = \omega T_d$

$$= 2\pi f \frac{\Delta}{c}$$

$$= 2\pi f \frac{\Delta}{f\lambda} \quad [c = f\lambda]$$

$$= \frac{2\pi\Delta}{\lambda}$$

$$= \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{h^2(d_1+d_2)}{2d_1d_2} = \frac{\pi}{2} \times \frac{2h^2(d_1+d_2)}{\lambda(d_1 d_2)} \quad \ldots\ldots (1)$$

time delay, $T_d = \frac{\Delta}{c}$

$$= \frac{\phi}{2\pi f}$$

From Fresnel Kirchoff parameter,

$$v = h\sqrt{\frac{2}{\lambda}\left(\frac{d_1+d_2}{d_1d_2}\right)}$$

$$\therefore v^2 = h^2\left\{\frac{2(d_1+d_2)}{\lambda(d_1d_2)}\right\}$$

From equation (1),

$$\phi = \frac{\pi}{2} v^2$$

$$\therefore E_d = E_0 \exp\left(-j\frac{\pi}{2}v^2\right)$$

Now, we include the effect of all other rays produced by the Huygen's sources. These are produced for all the Huygen's sources above the screen and hence we sum or integrate from v to α.

$$E_{TOT} = E_0 \frac{1+j}{2} \int_v^{\infty} \exp\left(-j \frac{\pi}{2} t^2\right) dt$$

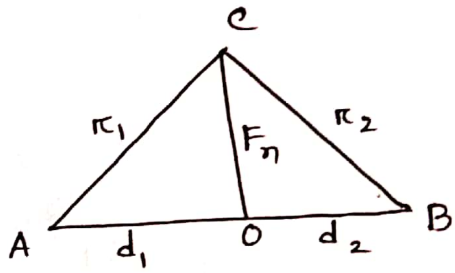
$$\Rightarrow \frac{E_{TOT}}{E_0} = \frac{1+j}{2} \int_v^{\infty} \exp\left(-j \frac{\pi}{2} t^2\right) dt$$

$$\Rightarrow \frac{E_{TOT}}{E_0} = F(v) \quad \text{[Complex Fresnel Integral]}$$

$$\Rightarrow \left|\frac{E_{TOT}}{E_0}\right|^2 = |F(v)|^2$$

$$\Rightarrow G_d \,(dB) = 20 \log |F(v)|$$

<u>Fresnel zone radius:</u>



$$r_1 + r_2 = d_1 + d_2 + \frac{n\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{d_1^2 + F_n^2} + \sqrt{d_2^2 + F_n^2} = d_1 + d_2 + \frac{n\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow d_1 \sqrt{1 + \frac{F_n^2}{d_1^2}} + d_2 \sqrt{1 + \frac{F_n^2}{d_2^2}} = d_1 + d_2 + \frac{n\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow d_1 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{F_n^2}{d_1^2}\right) + d_2 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{F_n^2}{d_2^2}\right) = d_1 + d_2 + \frac{n\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow d_1 + \frac{d_1 F_n^2}{d_1^2 2} + d_2 + \frac{d_2 F_n^2}{2 d_2^2} = d_1 + d_2 + \frac{n\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{F_n^2}{2d_1} + \frac{F_n^2}{2d_2} = \frac{n\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{F_n^2 (d_2 + d_1)}{2 d_1 d_2} = \frac{n\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow F_n^2 = \frac{2 n\lambda d_1 d_2}{2(d_1 + d_2)}$$

$$\therefore F_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

Set : 03

Lecture : 05

conversation চলা অবস্থায় ১টা cell থেকে আরেক cell এ move করলে MSC automatically new BS এর new channel এ call এ assign করে। এটাই handoff / handover.

Handoff must be performed:

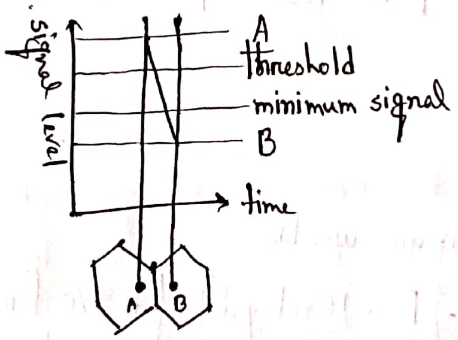
→ successfully (না হলে call drop হবে)

→ infrequently (না হলে MSC এর জন্য burden)

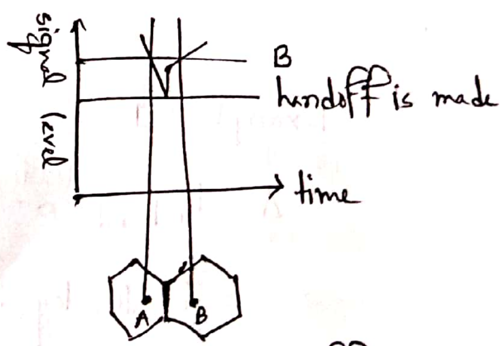
→ imperceptible to user (user যেন টের না পায় handoff hocche)

Handoff margin:

BS থেকে দূরে গেলে power weak হতে থাকবে। Conversation এর signal weak হতে থাকবে। ১টা signal level ধরা হয়েছে cell boundary এর কাছাকাছি যেখানে voice quality effectable। এর বাইরে চলে গেলে call drop করা better। এর থেকে slightly stronger level টাকে threshold ধরা হয়েছে। Threshold আর minimum acceptable signal এর difference টাই margin



improper handoff situation



proper handoff situation

margin, $\Delta = P_{r\ handoff} - P_{r\ minimum\ useable}$

Δ বেশি বড় হলে unnecessary handoff হবে। নতুন cell এ move না করে আগের cell এ back করবে।

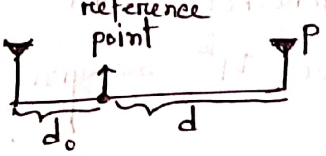
Δ ছোট হলে improper handoff হবে। handoff হওয়ার জন্যে কম time পাবে। ফলে handoff হওয়ার আগেই call lost হবে due to weak signal।

Unsuccessful Handoff:

- → Δ too small
- → high mobile speed
- → excessive delay at MSC
  - → high traffic level
  - → unavailability of channels

Calculate Power:

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



P_r = Power received
P_0 = Power at point d_0
d_0 = near distance
d = far away distance
n = path loss exponent

Example: 01:

$\Delta = P_{r\,handoff} - P_{r\,minimum\ useable}$

$= \{P_0 - 10n \log(d-70)\} - \{P_0 - 10n \log d\}$ [$d_0 = 70$ for 2second; $d_0 = 1$ for min useable]

$= P_0 - 10\times4 \log(500-70) - P_0 + 10\times4 \log 500$ [$d = 500, n = 4$]

$= 40 \log 500 - 40 \log 430$

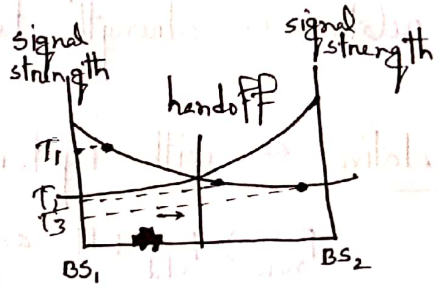
$= 2.62$ dB (ans:)

Types of handoff:

i) hard handoff : break-before-make. BS আর MS এর link আগে break হয়। Then new BS আর MS এর link establish হয়।

ii) Soft handoff : make-before-break. MS টা একই সাথে new+old BS এর সাথে connect হয়। যখন যেকোন ২টা থেকে অনেক strong connection পায় তখন old BS থেকে disconnect হয়ে যায়। Expensive process কারন ২টা BS এর সাথে connection রাখছে। ২টা channel কে একই সাথে busy রাখছে তাই expensive system।

Relative signal strength:



→ $P_{new} > P_{old}$

→ fluctuate করে, ফলে accurate mean পাওয়া যায়না। BS_1 এর জন্য strong signal পাওয়ার কথা থাকলেও fluctuation এর জন্য BS_2 strong পাচ্ছে or BS_2 এর জন্য strong পাওয়ার কথা থাকলেও BS_1 এর জন্য strong পাচ্ছে। একে ping-pong effect বলে।

Relative signal strength with threshold:

$P_{new} > P_{old}$ + $P_{old} < T$

→ P_{old} কে P_{new} + specify করা threshold থেকে ছোট হতে হবে।

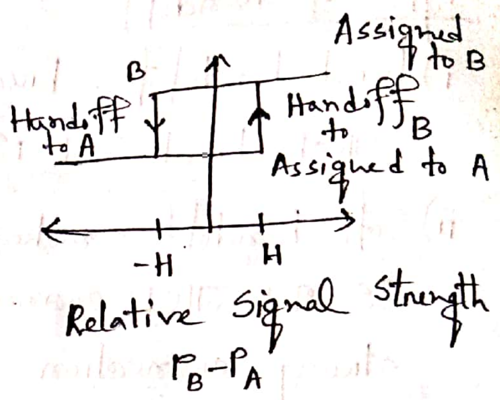
→ threshold value high হলে relative signal strength এর মতো কাজ করে। threshold value low হলে call drop হতে পারে। তাই midvalue T_2 কে নিলাম। T_1 = high ; T_3 = low

Relative Signal Strength with Hysteresis:

$$P_{new} > P_{old} + H$$

→ prevents ping-pong effect

$$H = P_{new} - P_{old} = P_B - P_A$$



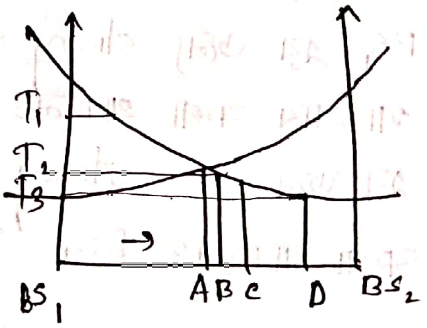
→ when MU is assigned to BS A, mechanism will generate a handoff when the relative SS reaches or exceeds H

→ Once MU is assigned to B, it remains so until the relative SS strength falls below $-H$, handed back to A.

Relative SS with hysteresis and threshold:

$$P_{new} > P_{old} + H \text{ and } P_{old} < T$$

Handoff occurs at C if threshold is T_1 or T_2 and D if threshold is at T_3.



Handoff Decision:

i) Network Controlled Handoff (NCHO): 1^{st} generation। BS সব MU এর SS collect করত, then MSC কে পাঠাত। MSC decide করত handoff required or not. এখানে BS এর উপর অনেক Load পড়ত। কারন BS signal receive করত।

ii) Mobile assisted Handoff (MAHO) : 2^{nd} generation এ use হতো। এখানে BS signal receive করতোনা। এটা mobile unit তার adjacent cell গুলোর power strength measure করে। এটা তার জন্য burden না। Measure করে BS কে report দেয়। Then BS, MSC কে জানায় আর MSC decision নেয়।

iii) Mobile Controlled Handoff (MCH) : 3^{rd} generation.
MU কে total control দেয়া হয়। MU signal collect করবে, process করবে, decision নিবে। Then BS কে via করে MSC এর কাছে request পাঠাবে।