

### **1. Trình bày mô hình mạng tế bào và vai trò của trạm thu phát gốc (BS) trong hệ thống viễn thông di động.**

- Mạng tế bào (Cellular Network) là mô hình tổ chức mạng không dây, trong đó vùng phủ sóng được chia thành nhiều ô nhỏ gọi là cell.
- Mỗi cell có một trạm thu phát gốc (Base Station - BS) đóng vai trò kết nối thiết bị di động với hệ thống mạng lõi.

BS thực hiện:

- Kết nối với thiết bị di động trong cell.
- Truyền dữ liệu giữa thiết bị di động và mạng lõi.
- Định tuyến dữ liệu đến các trạm BS khác hoặc mạng lõi.

### **2. Tại sao mạng tế bào được thiết kế theo mô hình lục giác thay vì hình tròn hoặc hình vuông?**

- Hình lục giác giúp tối ưu hóa vùng phủ sóng và tránh chồng lấn hoặc khoảng trống không phủ sóng.
- Hình tròn tạo ra khoảng trống giữa các cell khi xếp cạnh nhau.
- Hình vuông có thể gây trùng lặp tín hiệu tại góc cell.

### **3. Nêu các ưu điểm của mạng tế bào so với các hệ thống vô tuyến truyền thông.**

- **Tái sử dụng tần số:** Tăng dung lượng mạng mà không cần thêm phổ tần số.
- **Chuyển giao cuộc gọi (handover):** Giúp người dùng di chuyển giữa các cell mà không mất kết nối.
- **Nâng cao dung lượng hệ thống:** Sử dụng nhiều trạm gốc nhỏ thay vì một trạm công suất lớn.

### **4. Hệ thống mạng tế bào gồm những thành phần nào? Mô tả chức năng của từng thành phần.**

- Mạng truy nhập vô tuyến (RAN): Kết nối thiết bị di động với hệ thống.
- Trạm thu phát gốc (BS): Xử lý kết nối vô tuyến.
- Bộ điều khiển trạm gốc (BSC): Quản lý nhiều BS, xử lý handover nội vùng.
- Tổng đài di động (MSC): Quản lý cuộc gọi, kết nối mạng di động với mạng cố định.
- Mạng lõi (Core Network): Điều phối cuộc gọi, dữ liệu và quản lý thuê bao.

### **5. Phân biệt các loại trạm thu phát gốc (macrocell, microcell, picocell, femtocell).**

Loại BS	Phạm vi phủ sóng	Ứng dụng
Macrocell	Vài km	Vùng nông thôn, khu vực rộng lớn
Microcell	Vài trăm mét	Thành phố đông dân cư
Picocell	Dưới 100m	Tòa nhà, trung tâm thương mại
Femtocell	Dưới 10m	Hộ gia đình, văn phòng nhỏ

## 6. Giải thích sự khác nhau giữa MSC (Mobile Switching Center) và BSC (Base Station Controller)

### 1. MSC (Mobile Switching Center)

- Vị trí trong mạng: MSC là trung tâm chuyển mạch chính của mạng di động, nằm ở lớp chuyển mạch (Switching Layer).
- Chức năng chính:
  - Chuyển mạch cuộc gọi: MSC quản lý việc thiết lập, duy trì và kết thúc các cuộc gọi trong mạng di động. Nó chịu trách nhiệm chuyển mạch các cuộc gọi giữa các thuê bao di động trong cùng mạng hoặc giữa thuê bao di động và mạng cố định.
  - Quản lý di động: MSC theo dõi vị trí của các thuê bao di động thông qua các bản ghi định vị (Location Register) và quản lý việc chuyển vùng (handover) khi thuê bao di chuyển giữa các cell khác nhau.
  - Kết nối với mạng khác: MSC kết nối với các mạng khác như PSTN (Public Switched Telephone Network) hoặc các mạng di động khác để thực hiện cuộc gọi liên mạng.
  - Quản lý tính cước: MSC thu thập thông tin về cuộc gọi để tính cước (billing).

### 2. BSC (Base Station Controller)

- Vị trí trong mạng: BSC nằm ở lớp truy nhập vô tuyến (Radio Access Layer), quản lý một nhóm các trạm gốc BTS (Base Transceiver Station).
- Chức năng chính:
  - Quản lý tài nguyên vô tuyến: BSC quản lý việc phân bổ tần số, kênh truyền, và điều khiển công suất phát của các BTS để đảm bảo chất lượng tín hiệu và tối ưu hóa hiệu suất mạng.

- Điều khiển handover: BSC quản lý việc chuyển giao (handover) giữa các cell trong cùng một BSC hoặc giữa các BSC khác nhau.
- Quản lý BTS: BSC điều khiển và giám sát hoạt động của các BTS, bao gồm việc cấu hình, giám sát trạng thái, và xử lý lỗi.
- Tối ưu hóa mạng: BSC tham gia vào việc tối ưu hóa mạng bằng cách điều chỉnh các thông số vô tuyến để giảm nhiễu và cải thiện chất lượng dịch vụ.

## 7. Khái niệm cụm tế bào (Cell Cluster)

- Một nhóm các cell sử dụng các tần số khác nhau để giảm nhiễu và tối ưu tài nguyên.
- Các cluster lặp lại theo mô hình hình học nhất định để tận dụng phổ tần số hiệu quả.

## 8. Hệ số tái sử dụng tần số K và công thức tính

- **Hệ số K:** Số cell trong một cluster trước khi tần số được tái sử dụng.
- Công thức:

$$K = i^2 + ij + j^2$$

với  $i, j, j_i, j_j$  là các bước di chuyển trên lưới tổ ong.

## 9. Ảnh hưởng của hệ số K đến chất lượng mạng

- **K tăng:** Giảm nhiễu đồng kênh nhưng giảm số lượng kênh mỗi cell, dẫn đến giảm dung lượng.
- Khoảng cách giữa các cell đồng kênh:  $D = R \sqrt{3}$  là bán kính cell.

10. Số kênh khả dụng của mỗi cell trong mạng GSM có  $T = 490$  và  $K = 7$

$$N = \frac{T}{K} = \frac{490}{7} = 70$$

→ Mỗi cell có 70 kênh khả dụng.

**11. Chuyển giao cuộc gọi (handover) trong mạng tế bào là gì? Nêu các loại handover trong mạng GSM và LTE. Phân biệt handover cứng (hard handover) và handover mềm (soft handover)**

Chuyển giao cuộc gọi (Handover) là quá trình chuyển một cuộc gọi hoặc kết nối dữ liệu từ một tế bào (cell) này sang một tế bào khác mà không làm gián đoạn cuộc gọi. Quá trình này xảy ra khi người dùng di chuyển từ vùng phủ sóng của một tế bào sang vùng phủ sóng của tế bào khác. Handover đảm bảo tính liên tục của dịch vụ và duy trì chất lượng kết nối.

## 2. Các loại Handover trong mạng GSM và LTE

### a. Trong mạng GSM

#### 1. Intra-BSC Handover:

- Xảy ra khi thuê bao di chuyển giữa các cell được quản lý bởi cùng một BSC (Base Station Controller).
- BSC sẽ điều khiển quá trình handover mà không cần sự can thiệp của MSC (Mobile Switching Center).

#### 2. Inter-BSC Handover:

- Xảy ra khi thuê bao di chuyển giữa các cell được quản lý bởi các BSC khác nhau nhưng cùng một MSC.
- MSC sẽ điều phối quá trình handover giữa các BSC.

#### 3. Inter-MSC Handover:

- Xảy ra khi thuê bao di chuyển giữa các cell được quản lý bởi các MSC khác nhau.
- Quá trình này phức tạp hơn vì liên quan đến nhiều MSC và có thể yêu cầu chuyển đổi giữa các mạng.

### b. Trong mạng LTE

#### 1. Intra-LTE Handover:

- Xảy ra khi thuê bao di chuyển giữa các cell trong cùng một mạng LTE.
- Quá trình này được quản lý bởi eNodeB (trạm gốc LTE) và không cần sự can thiệp của MME (Mobility Management Entity).

#### 2. Inter-LTE Handover:

- Xảy ra khi thuê bao di chuyển giữa các cell thuộc các mạng LTE khác nhau.
- Quá trình này liên quan đến sự phối hợp giữa các eNodeB và MME.

### 3. Inter-RAT Handover (Radio Access Technology Handover):

- Xảy ra khi thuê bao di chuyển giữa các công nghệ truy nhập vô tuyến khác nhau, ví dụ từ LTE sang GSM hoặc UMTS.
- Quá trình này phức tạp hơn vì liên quan đến sự chuyển đổi giữa các công nghệ khác nhau.

### 3. Phân biệt Handover cứng (Hard Handover) và Handover mềm (Soft Handover)

Tiêu chí	Hard Handover	Soft Handover
Định nghĩa	Là quá trình handover "đứt nối trước, kết nối sau". Thuê bao chỉ kết nối với một cell tại một thời điểm.	Là quá trình handover "kết nối trước, đứt nối sau". Thuê bao có thể kết nối đồng thời với nhiều cell trong một khoảng thời gian.
Tính liên tục	Có thể gây gián đoạn tín hiệu trong thời gian ngắn	Không gây gián đoạn tín hiệu, đảm bảo tính liên tục.
Sử dụng kết nối	Chỉ kết nối với một cell tại một thời điểm.	Có thể kết nối đồng thời với nhiều cell.
Phức tạp	Đơn giản hơn, ít yêu cầu tài nguyên mạng.	Phức tạp hơn, yêu cầu nhiều tài nguyên mạng.
Ứng dụng	Được sử dụng trong GSM và một số mạng khác.	Được sử dụng trong UMTS (WCDMA) và LTE.
Chất lượng phục vụ	Có thể bị ảnh hưởng do gián đoạn tín hiệu.	Đảm bảo chất lượng dịch vụ tốt hơn.

### 12. Nhiễu đồng kênh (co-channel interference) là gì?

Là nhiễu do các cell sử dụng cùng tần số quá gần nhau, gây suy giảm chất lượng tín hiệu.

### 13. Làm thế nào để giảm nhiễu này? Hệ số K ảnh hưởng như thế nào đến nhiễu đồng kênh?

- Tăng hệ số K để giảm số lượng cell đồng kênh gần nhau.
- Quy hoạch lại mạng để tăng khoảng cách giữa các cell sử dụng cùng tần số.
- Dùng công nghệ Beamforming, MIMO để tập trung tín hiệu vào hướng mong muốn.

Hệ số K càng lớn, nhiều đồng kênh càng giảm nhưng số lượng kênh mỗi cell cũng giảm, ảnh hưởng đến dung lượng mạng.