

### 1. Mô hình mạng tế bào là gì? Trình bày 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)** để kết nối thiết bị di động với mạng lõi.

#### ♦ Vai trò của BS:

- Kết nối với thiết bị di động để truyền và nhận dữ liệu.
- Định tuyến tín hiệu giữa thiết bị di động và mạng lõi.
- Điều phối tài nguyên vô tuyến trong cell.
- Hỗ trợ chuyển giao kết nối (handover) giữa các cell khi thiết bị di chuyển.

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

Mạng tế bào sử dụng mô hình **ô lục giác** vì:

- **Tối ưu hóa vùng phủ sóng:** Hình tròn không thể xếp khít với nhau mà không có khoảng trống hoặc chồng lấn.
- **Giảm nhiễu đồng kênh:** Ô lục giác giúp lập kế hoạch tần số hiệu quả hơn.
- **Tối ưu hóa tái sử dụng tần số:** Khoảng cách giữa các cell đồng kênh có thể được tính toán chính xác.

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

**Tái sử dụng tần số:** Giúp tăng dung lượng mạng mà không cần mở rộng phổ tần.

**Hỗ trợ số lượng lớn người dùng đồng thời.**

**Handover:** Thiết bị di động có thể di chuyển giữa các cell mà không mất kết nối.

**Tối ưu hóa tài nguyên phổ tần:** Phân bổ băng tần hợp lý giữa các cell.

**Tích hợp với các thế hệ mạng mới (4G, 5G).**

### 4. Mô tả các thành phần chính của mạng tế bào và chức năng của từng thành phần.

Mạng tế bào có 2 phần chính:

#### ♦ Mạng truy nhập vô tuyến (RAN - Radio Access Network):

- **Base Station (BS):** Kết nối thiết bị di động với mạng lõi.
- **BSC (Base Station Controller):** Điều khiển nhiều BS, quản lý handover trong khu vực.

♦ **Mạng lõi (Core Network - CN):**

- **MSC (Mobile Switching Center):** Quản lý cuộc gọi và chuyển vùng.
- **HLR (Home Location Register):** Lưu thông tin đăng ký thuê bao.
- **VLR (Visitor Location Register):** Lưu tạm thời thông tin thuê bao di chuyển.
- **SGSN/GGSN:** Xử lý dữ liệu di động (4G/5G).

**5. Phân biệt các loại trạm thu phát gốc (Macrocell, Microcell, Picocell, Femtocell) và ứng dụng của chúng.**

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

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

Thành phần	Chức năng
<b>BSC</b>	Quản lý trạm BS, điều khiển handover nội vùng.
<b>MSC</b>	Xử lý cuộc gọi, chuyển vùng giữa các vùng khác nhau, kết nối với mạng viễn thông cố định.

**7. Khái niệm cụm tế bào (cell cluster) là gì? Vai trò của nó trong quản lý tần số?**

**Cell Cluster** là nhóm các cell sử dụng các tần số khác nhau để tránh nhiễu đồng kênh.

**Vai trò:**

- **Đảm bảo tần số được phân bổ hợp lý.**
- **Hỗ trợ tái sử dụng tần số ở các cụm xa nhau.**
- **Tăng dung lượng mạng mà không cần thêm phổ tần.**

### 8. Hệ số tái sử dụng tần số KKK là gì? Công thức xác định KKK?

Hệ số **KKK** là số cell trong một cụm trước khi tần số được tái sử dụng.

Công thức xác định K:

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

Với **i, j** là số bước di chuyển theo hai hướng khác nhau trên lưới tổ ong.

### 9. Hệ số KKK ảnh hưởng như thế nào đến chất lượng mạng?

- **KKK nhỏ:** Dung lượng cao hơn nhưng nhiều đồng kênh tăng.
- **KKK lớn:** Giảm nhiễu nhưng mỗi cell có ít kênh hơn, giảm dung lượng.

Khoảng cách giữa các cell đồng kênh:

$$D = R \times \sqrt{3K}$$

Với **R** là bán kính cell.

### 10. Nếu một mạng GSM có $T=490$ kênh và sử dụng $K=7$ , mỗi cell có bao nhiêu kênh khả dụng?

Số kênh mỗi cell:

$$N = T/K = 490/7 = 70 \text{ kênh}$$

### 11. Chuyển giao cuộc gọi (handover) là gì? Phân biệt handover cứng và mềm.

**Handover:** Quá trình chuyển kết nối của thiết bị di động từ cell này sang cell khác mà không mất dịch vụ.

Loại	Đặc điểm
Handover cứng	Ngắt kết nối với cell cũ trước khi kết nối với cell mới (thường dùng trong GSM).
Handover mềm	Kết nối với cell mới trước khi ngắt cell cũ (chủ yếu dùng trong 3G/4G).

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

**Nhiễu đồng kênh** xảy ra khi các cell gần nhau dùng chung tần số, làm giảm chất lượng tín hiệu.

### Cách giảm nhiễu:

1. **Tăng hệ số KKK** để tăng khoảng cách giữa các cell đồng kênh.
2. **Dùng kỹ thuật beamforming** để tập trung tín hiệu.
3. **Điều chỉnh công suất phát** của BS.

### 13. So sánh cơ chế bảo mật trong 4G và 5G.

Bảo mật	4G LTE	5G
Xác thực	Dựa trên SIM	Hỗ trợ xác thực nhiều yếu tố.
Mã hóa	AES-128	AES-256 mạnh hơn.
Bảo vệ IMSI	Không mã hóa IMSI	Sử dụng mã hóa IMSI.

5G có bảo mật tốt hơn, đặc biệt chống tấn công IMSI Catcher.