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

* Mô hình mạng tế bào (Cellular Network Model) là một cách tổ chức mạng viễn thông di động bằng cách chia vùng phủ sóng thành các khu vực nhỏ gọi là tế bào (cell). Mỗi tế bào được phục vụ bởi một trạm thu phát gốc (Base Station - BS).
* Vai trò của BS:
  + Gửi và nhận tín hiệu từ thiết bị di động.
  + Kết nối thiết bị di động với mạng lõi (Core Network).
  + Điều khiển việc truyền thông và quản lý tài nguyên vô tuyến.
  + Hỗ trợ quá trình chuyển giao cuộc gọi (handover) khi người dùng di chuyển giữa các tế bào.

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

* Hình lục giác là lựa chọn tối ưu vì:
  + Cho phép phủ sóng liên tục mà không bị chồng lấn hoặc tạo khoảng trống lớn như hình tròn.
  + Mỗi tế bào có 6 tế bào lân cận, thuận lợi cho việc thiết kế tần số.
  + Tận dụng tốt hơn không gian so với hình vuông, giúp giảm nhiễu đồng kênh.
  + Khoảng cách từ tâm tế bào đến biên tế bào là như nhau theo mọi hướng.

**3. Ưu điểm của mạng tế bào so với hệ thống vô tuyến truyền thống**

* Tái sử dụng tần số: Cho phép dùng lại cùng tần số ở các tế bào khác nhau để mở rộng dung lượng hệ thống.
* Nâng cao dung lượng: Bằng cách chia nhỏ tế bào (cell splitting), có thể hỗ trợ nhiều người dùng hơn.
* Tăng cường hiệu suất: Giảm công suất phát của thiết bị đầu cuối, tiết kiệm năng lượng.
* Hỗ trợ chuyển giao cuộc gọi (handover): Giữ kết nối khi người dùng di chuyển giữa các tế bào.
* Cải thiện vùng phủ sóng: Mỗi tế bào hoạt động như một điểm phát sóng cục bộ, giúp mở rộng vùng phủ.

**4. Thành phần của hệ thống mạng tế bào và chức năng**

Hệ thống gồm các thành phần chính:

* Thiết bị người dùng (UE - User Equipment): Điện thoại, máy tính bảng, IoT...
* Trạm thu phát gốc (BS - Base Station): Quản lý và kết nối các thiết bị di động.
* Bộ điều khiển trạm gốc (BSC - Base Station Controller): Điều khiển nhiều BS, quản lý tài nguyên vô tuyến.
* Trung tâm chuyển mạch di động (MSC - Mobile Switching Center): Quản lý cuộc gọi, giao tiếp với mạng PSTN.
* Mạng lõi (Core Network): Xử lý định tuyến, xác thực thuê bao, kết nối internet.

**5. Phân biệt các loại trạm thu phát gốc**

| **Loại trạm** | **Phạm vi phủ sóng** | **Công suất phát** | **Ứng dụng** |
| --- | --- | --- | --- |
| Macrocell | 1-30 km | 10-50W | Phủ sóng vùng rộng, đô thị, nông thôn |
| Microcell | 200m - 2km | 1-10W | Khu vực đông đúc như thành phố |
| Picocell | 10-200m | 100mW - 1W | Tòa nhà, sân bay, trung tâm thương mại |
| Femtocell | 10-50m | < 100mW | Văn phòng, gia đình, dùng kết nối băng rộng |

**6. Sự khác nhau giữa MSC và BSC**

| **Yếu tố** | **MSC (Mobile Switching Center)** | **BSC (Base Station Controller)** |
| --- | --- | --- |
| Chức năng | Quản lý chuyển mạch, điều phối cuộc gọi | Điều khiển và giám sát các BS |
| Vị trí | Thuộc mạng lõi | Thuộc mạng truy nhập vô tuyến |
| Quản lý | Xử lý cuộc gọi, định tuyến, kết nối với PSTN | Quản lý tài nguyên vô tuyến, chuyển giao cuộc gọi giữa BS |

**7. Cụm tế bào (Cell Cluster) và vai trò**

* Cụm tế bào là một nhóm gồm K tế bào, trong đó mỗi tế bào trong cụm sử dụng một tập hợp tần số duy nhất để tránh nhiễu đồng kênh.
* Vai trò:
  + Quản lý tần số hiệu quả để giảm nhiễu.
  + Tăng dung lượng hệ thống bằng cách cho phép tái sử dụng tần số.

**8. Hệ số tái sử dụng tần số K**

* K là số lượng tế bào trong một cụm sử dụng các tần số khác nhau.
* Công thức xác định K: K=i2+i⋅j+j2K = i^2 + i \cdot j + j^2K=i2+i⋅j+j2 với i,ji, ji,j là các bước di chuyển trên lưới lục giác.

**9. Ảnh hưởng của K đến chất lượng mạng**

* K lớn → Giảm nhiễu đồng kênh, nhưng giảm dung lượng hệ thống.
* K nhỏ → Tăng dung lượng nhưng dễ gây nhiễu.
* Khoảng cách giữa các tế bào đồng kênh: D=3K⋅RD = \sqrt{3K} \cdot RD=3K​⋅R với RRR là bán kính tế bào.

**10. Số kênh khả dụng trong mỗi cell**

* Với T = 490 kênh và K = 7, số kênh mỗi cell có:

A number on a black background

AI-generated content may be incorrect.

**11. Chuyển giao cuộc gọi (Handover)**

* Handover: Quá trình chuyển cuộc gọi từ một BS sang BS khác khi người dùng di chuyển.
* Các loại handover:
  + GSM:
    - Intra-cell handover (trong cùng BS).
    - Inter-cell handover (giữa BS khác nhau trong cùng BSC).
    - Inter-BSC handover (giữa BSC khác nhau).
  + LTE:
    - S1 handover (giữa eNB và MME).
    - X2 handover (giữa eNB với nhau).
* Phân biệt Hard & Soft Handover:
  + Hard handover: Cắt kết nối trước khi thiết lập kết nối mới (dùng trong GSM).
  + Soft handover: Thiết lập kết nối mới trước khi cắt kết nối cũ (dùng trong CDMA, LTE).

**12. Nhiễu đồng kênh (CCI - Co-Channel Interference)**

* Xảy ra khi nhiều tế bào sử dụng cùng tần số và ảnh hưởng lẫn nhau.
* Chủ yếu do tái sử dụng tần số trong hệ thống tế bào.

**13. Giảm nhiễu đồng kênh & Ảnh hưởng của K**

* Giảm nhiễu bằng cách:
  + Tăng hệ số tái sử dụng K.
  + Tối ưu hóa công suất phát của BS.
  + Dùng các kỹ thuật điều chỉnh beamforming và anten thông minh.
* Ảnh hưởng của K:
  + K tăng → Khoảng cách giữa các tế bào đồng kênh tăng → Nhiễu giảm.
  + K giảm → Nhiễu tăng nhưng dung lượng cao hơn.