

Bài 1: Câu hỏi lý thuyết

Câu 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 là mô hình tổ chức mạng không dây, chia vùng phủ sóng thành nhiều ô nhỏ (cell).
- Trạm thu phát gốc (Base Station - BS) kết nối thiết bị di động với mạng lõi, quản lý truyền dữ liệu và chuyển giao kết nối giữa các cell.

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

- Mô hình lục giác tối ưu hóa vùng phủ sóng và giúp tái sử dụng tần số mà không để lại khoảng trống hoặc chồng lấn giữa các cell.

Câu 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.
- Handover giúp duy trì kết nối khi thiết bị di chuyển.
- Dễ dàng mở rộng và nâng cấp hệ thống.

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

- RAN (Mạng truy nhập vô tuyến): Base Station kết nối thiết bị di động.
- Core Network (Mạng lõi): Quản lý cuộc gọi, dữ liệu, chuyển vùng.
- Cluster (Nhóm tế bào): Giúp tái sử dụng tần số hiệu quả.

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

- Macrocell: Phủ sóng vài km, dùng cho khu vực rộng lớn.
- Microcell: Vài trăm mét, thích hợp khu đô thị.
- Picocell: Dưới 100m, triển khai trong tòa nhà.
- Femtocell: Dưới 10m, dùng trong nhà hoặc văn phòng nhỏ.

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

- **MSC:** Tổng đài di động, quản lý kết nối mạng lõi, định tuyến cuộc gọi.
- **BSC:** Điều phối kết nối giữa các trạm gốc, xử lý handover nội vùng.

Câu 7: Giải thích khái niệm cụm tế bào (cell cluster) và vai trò của nó trong quản lý tần số.

- Cluster là nhóm các cell sử dụng các tần số khác nhau để giảm nhiễu.
- Tần số được tái sử dụng ở các cluster khác để tối ưu tài nguyên phổ tần.

Câu 8: Hệ số tái sử dụng tần số K là gì? Công thức xác định K dựa trên các bước di chuyển i, j?

- K là số lượng cell trong một cụm trước khi tần số được tái sử dụng.
- Công thức: $K = i^2 + ij + j^2$

Câu 9: Khi tăng hệ số K, chất lượng mạng thay đổi như thế nào? Khoảng cách giữa các cell đồng kênh được tính như thế nào?

- K tăng giúp giảm nhiễu nhưng làm giảm số kênh mỗi cell.
- Khoảng cách DDD giữa các cell đồng kênh:
 $D = R \times \sqrt{3K}$ (với R là bán kính cell).

Câu 10: Nếu một mạng GSM có T=490T = 490T=490 kênh và sử dụng K=7K = 7K=7, mỗi cell sẽ có bao nhiêu kênh khả dụng?

- Số kênh mỗi cell: $N = \frac{T}{K} = \frac{490}{7} = 70$ kênh.

Câu 11: Chuyển giao cuộc gọi (handover) trong mạng tế bào là gì? Phân biệt handover cứng (hard handover) và handover mềm (soft handover).

- **Handover** là quá trình chuyển kết nối của thiết bị di động từ cell này sang cell khác.
- **Hard handover:** Ngắt kết nối trước khi kết nối mới được thiết lập.
- **Soft handover:** Duy trì nhiều kết nối đồng thời trước khi chuyển hoàn toàn.

Câu 12: Nhiễu đồng kênh (co-channel interference) là gì?

- Là nhiễu do các cell sử dụng cùng tần số gây ra.

Câu 13: Làm thế nào để giảm nhiễu đồng kênh? Hệ số K ảnh hưởng như thế nào đến nhiễu đồng kênh?

- Tăng K để tăng khoảng cách giữa các cell đồng kênh.
- Sử dụng kỹ thuật beamforming và phân bổ công suất hợp lý.

Bài 2: Bài tập

Câu 1:

a) Số kênh tần số mà mỗi cell sử dụng là:

$$C = \frac{T}{K} = \frac{600}{7} \sim 85.7 \rightarrow 85 \text{ cell}$$

b) Tổng dung lượng hệ thống nếu có $M = 10$ cụm cell

$$C_{total} = M * T = 10 \times 600 = 6000 \text{ kênh}$$

Câu 2:

Khoảng cách tối thiểu giữa các cell:

$$D = R * \sqrt{3K} = 2 * \sqrt{3 * 12} = 12 \text{ km}$$

Câu 3:

Khoảng cách tối thiểu giữa 2 cell đồng kênh là:

$$D = R * \sqrt{3K} = 1.5 * \sqrt{3 * 19} \sim 11.32 \text{ km}$$

Câu 4:

a) Số cụm cell cần thiết để phục vụ toàn bộ hệ thống nếu $k = 7$:

- Tổng số kênh cần thiết:

$$C_{thuê bao} = 106 * 2 = 212 \text{ kênh}$$

- Tổng số cell một cụm:

$$C_1 = \frac{5000}{C_{thuê bao}} = \frac{5000}{212} \sim 23.58 \rightarrow 24 \text{ cell}$$

- Số cụm cell cần thiết:

$$C = \frac{C_1}{K} = \frac{24}{7} \sim 3.43 \rightarrow 4 \text{ cụm cell}$$

b) Tổng dung lượng của hệ thống:

$$C_{total} = 5000$$

Bài 3: Bài tập (Tình huống thực tế)

Câu 1: Quy hoạch mạng di động:

1. $K=7$, $K=12$ hay $K=10$?

Hệ số K	Đặc điểm
------------	----------

K=7	Cân bằng giữa hiệu quả sử dụng tần số và nhiễu, phù hợp với khu vực thành phố trung bình.
K=10	Cải thiện giảm nhiễu hơn so với K = 7 nhưng giảm hiệu suất sử dụng tần số.
K=12	Giảm nhiễu tốt nhất nhưng sử dụng tần số kém hiệu quả, phù hợp với đô thị lớn có mật độ thuê bao cao.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến lựa chọn K

- Mật độ thuê bao: Nếu số lượng người dùng cao, cần giảm K để tối ưu hóa dung lượng mạng.
- Mức độ nhiễu: Nếu khu vực có nhiều nguồn nhiễu, cần tăng K để giảm nhiễu đồng kênh.
- Địa hình: Vùng đô thị có nhiều vật cản gây phản xạ tín hiệu, cần hệ số K cao hơn so với vùng đồng bằng.
- Băng thông tần số khả dụng: Nếu băng thông có hạn, cần tối ưu hóa sử dụng tần số bằng cách giảm K.
- Mô hình triển khai mạng (GSM, LTE, 5G): Công nghệ mới hơn có thể sử dụng K nhỏ hơn do có kỹ thuật giảm nhiễu hiệu quả hơn.

Câu 2: Giảm nhiễu đồng kênh:

Giải pháp đề xuất:

- Tăng hệ số tái sử dụng tần số K giúp khoảng cách giữa các cell sử dụng cùng tần số xa hơn, giảm nhiễu
- Điều chỉnh công suất phát sóng của trạm BTS: Giảm công suất phát ở các cell để tránh tín hiệu tràn sang vùng lân cận giúp giảm nhiễu mà không ảnh hưởng quá nhiều đến dung lượng mạng
- Sử dụng kỹ thuật điều chỉnh anten: Chia cell thành nhiều sector (thường là 3 hoặc 6) để giảm diện tích nhiễu. Mỗi sector sẽ có hướng phát sóng khác nhau, giúp tối ưu hóa việc sử dụng tần số

Câu 3: Mạng LTE ở nông thôn

K=3 có thể chấp nhận được cho mạng LTE ở vùng nông thôn do:

- Hiệu suất sử dụng tần số cao
- Mật độ thuê bao thấp, nhu cầu dung lượng không quá lớn
- Kỹ thuật LTE hiện đại có thể giảm nhiễu hiệu quả