

1. (20 point) Một hệ thống thông tin di động yêu cầu CCI tối thiểu là 20 dB. Tính giá trị D/R nếu giả thiết số mũ suy hao là 3.

Giải

Giả sử có số cell mỗi cluster là $N=7$

Có

$$\frac{S}{I} = \frac{(\sqrt{3N})^n}{i_0} = \frac{(\sqrt{3 \cdot 7})^3}{6} = 16.04 = 12.05 \text{ dB} < 20 \text{ dB}$$

→ Cần phải thay đổi N

Ta thấy khi thử với $i=3$ và $j=3$ có $N=27$ và

$$\frac{S}{I} = \frac{(\sqrt{3N})^n}{i_0} = \frac{(\sqrt{3 \cdot 27})^3}{6} = 121.5 = 20.84 \text{ dB}$$

Vậy ta có

$$\frac{D}{R} = \sqrt{3N} = \sqrt{3 \cdot 27} = 9$$

2. (20 point) Nếu SNR của liên kết truyền thông không dây là 20 dB và băng thông RF là 30 kHz, hãy xác định tốc độ dữ liệu lý thuyết tối đa có thể đạt được.

Giải

Từ công thức giới hạn của Shannon ta có $C = B \cdot \log_2(1 + SNR)$

Ta có thể viết lại công thức theo dB dưới dạng log

$$C = B \frac{\log_{10}(\frac{S}{N})}{\log_{10}(2)} = B \frac{10 \cdot \log_{10}(\frac{S}{N})}{10 \cdot \log_{10}(2)} = B \frac{SNR}{3.01} = 30 \cdot 10^3 \cdot \frac{20}{3.01} = 199335,53 \left(\frac{\text{bit}}{\text{s}}\right)$$

3. (60 point) Nếu một máy phát tạo ra công suất 50 W, hãy biểu thị công suất phát theo đơn vị (i) dBm và (ii) dBW. Công suất này được áp dụng cho ăng ten có mức tăng ích 5 dB với tần số sóng mang là 1 GHz.

Giải

Công suất máy phát theo dBW là $P(\text{dBW}) = 10 \cdot \log(50) = 17 \text{ (dBW)}$

Công suất máy phát theo dBm là $P(\text{dBm}) = P(\text{dBW}) + 30 = 47 \text{ (dBm)}$

(a) (10 point) Tìm công suất nhận được tính bằng dBm ở khoảng cách không gian tự do cách ăng-ten 200 m. Độ tăng anten thu là 3 dB

Áp dụng mô hình LOS để tính loss trong khoảng cách không gian tự do

$$\begin{aligned} L(dB) &= 32,5 + 20 \cdot \log(f(MHz)) + 20 \log(d(km)) = \\ &= 32,5 + 20 \log(10^3) + 20 \log(0,2) = 78,52 (dB) \end{aligned}$$

Từ công thức Friis ban đầu, ta đưa về dạng dB được:

$$P_r(dBm) = P_t(dBm) + G_t(dBm) + G_r(dBm) - L(dB) = -23,52 dBm$$

(b) (10 point) Tính công suất thu được tại anten thu nằm cách máy phát 10 km.

Tính lại loss với $d=10km$ ta được

$$L(dB) = 32,5 + 20 \log(10^3) + 20 \log(10) = 112,5 (dB)$$

Áp dụng công thức Friis ta được

$$P_r(dBm) = P_t(dBm) + G_t(dBm) + G_r(dBm) - L(dB) = -57,5 dBm$$

(c) (10 point) Mật độ phổ công suất nhiễu của máy thu là $15 \times 10^{-20} W / Hz$ và băng thông hệ thống là 2 MHz. Tính tỷ số tín hiệu trên tạp âm theo dB tại anten thu nằm cách máy phát 10 km.

$$\text{Tạp âm tổng } N = B \cdot N_0 = 2 \cdot 10^6 \cdot 15 \cdot 10^{-20} = 3 \cdot 10^{-13} (W) = -125,23 dBW$$

$$SNR = -57,5 - (-125,23) = 67,72 dB$$