




HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
 Posts & Telecommunications Institute of Technology



BÀI GIẢNG

TRUYỀN SÓNG VÀ ANTEN

| | |
|-----------------------|------------------------|
| Giảng viên: | Nguyễn Việt Hưng |
| Email: | nvhung_vt1@ptit.edu.vn |
| Tel: | *** |
| Bộ môn: | Vô tuyến |
| Khoa: | Viễn Thông 1 |
| Học kỳ/Năm biên soạn: | II/2014 |




www.ptit.edu.vn

CHƯƠNG 2:

TRUYỀN LAN SÓNG CỰC NGẮN

2

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
 Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



www.ptit.edu.vn

TRUYỀN SÓNG & ANTEN

Nội dung

- 2.1 Tổng Quát
- 2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng
- 2.3 Ảnh hưởng của độ cong trái đất
- 2.4 Ảnh hưởng của địa hình
- 2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu
- 2.6 Pha đing và các biện pháp chống
- 2.7 Câu hỏi và bài tập

3
 Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
 Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1


www.ptit.edu.vn

TRUYỀN SÓNG & ANTEN

Nội dung

- 2.1 Tổng Quát
- 2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng
- 2.3 Ảnh hưởng của độ cong trái đất
- 2.4 Ảnh hưởng của địa hình
- 2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu
- 2.6 Pha đing và các biện pháp chống
- 2.7 Câu hỏi và bài tập

4
 Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
 Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



2.1 – Tổng Quát

• Đặc điểm

- Bước sóng từ 1mm đến 10m (3MHz đến 300 GHz) – Sóng siêu cao tần
- Không phản xạ ở tầng điện ly (đi xuyên qua)
- Bước sóng ngắn => khả năng nhiễu xạ kém và bị mặt đất hấp thụ

• Phương pháp truyền

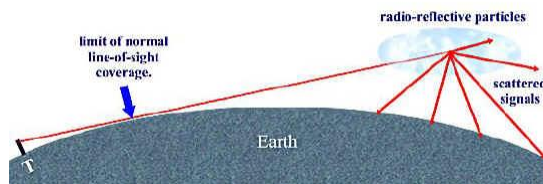
- Truyền lan sóng không gian
 - Tán xạ tầng đối lưu
 - Siêu khúc xạ tầng đối lưu
 - Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp



2.1 – Tổng Quát

• Phương pháp truyền

- Tán xạ tầng đối lưu
 - Tồn tại các vùng không gian không đồng nhất trong tầng đối lưu
 - Sóng đi vào khoảng giao giữa các vùng không đồng nhất sẽ khuếch tán theo mọi hướng => Lợi dụng để truyền sóng đến điểm thu
 - **Đặc điểm:** Không ổn định do các vùng không đồng nhất luôn thay đổi.



Hình 2.1: Tán xạ tầng đối lưu

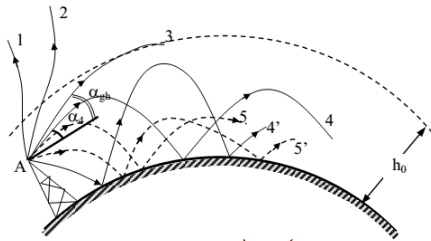


2.1 – Tổng Quát

• Phương pháp truyền

• Siêu khúc xạ tầng đối lưu

- Chiết suất N của không khí giảm theo độ cao
- Khi tốc độ giảm theo độ cao $\frac{dN}{dh}$ nhỏ hơn $-0,157(m^{-1}) \Rightarrow$ Tia sóng có bán kính cong lớn hơn bán kính cong trái đất nên quay trở lại mặt đất \Rightarrow **Siêu khúc xạ**
- Truyền sóng đến điểm thu sau một hoặc nhiều lần phản xạ trên mặt đất
- **Đặc điểm:** Không ổn định do miền siêu khúc xạ luôn thay đổi và yêu cầu nguồn phát công suất lớn.



Hình 2.2: Tán xạ tầng đối lưu

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

7

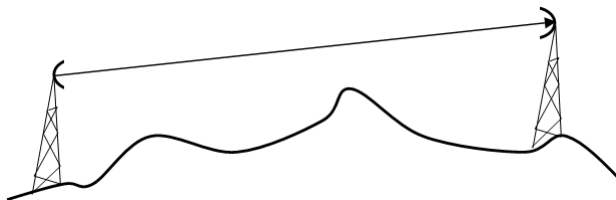


2.1 – Tổng Quát

• Phương pháp truyền

• Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp

- Anten thu và phát đặt cao để tránh vật cản hoặc độ cong của bề mặt trái đất.
- Sóng truyền trực tiếp trong miền không gian nhìn thấy trực tiếp (Line of Sight - LOS) của hai anten.
- **Đặc điểm:** Ít chịu ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên \Rightarrow Được sử dụng phổ biến



Hình 2.3: Truyền sóng trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

8

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

Nội dung

- 2.1 Tổng Quát
- 2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng
- 2.3 Ảnh hưởng của độ cong trái đất
- 2.4 Ảnh hưởng của địa hình
- 2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu
- 2.6 Pha đing và các biện pháp chống
- 2.7 Câu hỏi và bài tập

9 Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng.

- Sơ đồ tuyến thông tin
 - Khảo sát quá trình truyền lan sóng với điều kiện lý tưởng
 - Mặt đất phẳng, không có vật cản trên đường truyền
 - Khí quyển đồng nhất, đẳng hướng và không hấp thụ
 - Anten đặt cách mặt đất ít nhất vài bước sóng công tác (λ)
 - Sơ đồ truyền sóng



Hình 2.4: Truyền sóng trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp

10 Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng.

- Cường độ điện trường tại điểm thu**
 - Tổng cường độ điện trường của 2 sóng thành phần giao thoa
$$\vec{E}_R = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad (2.1)$$
- Cường độ điện trường do tia trực tiếp:**

$$E_1 = \frac{245\sqrt{P_{T(kW)}G_{T1}}}{r_{1(km)}} e^{j\omega t} \quad (mV / m) \quad (2.2)$$
- Cường độ điện trường do tia phản xạ**

$$E_2 = \bar{R} \frac{245\sqrt{P_{T(kW)}G_{T2}}}{r_{2(km)}} e^{j(\omega t - k\Delta r)} \quad (mV / m) \quad (2.3)$$

r_1, r_2 : đoạn đường đi của tia trực tiếp và tia phản xạ Δr : hiệu số đường đi của hai tia $\Delta r = |r_1 - r_2|$
 G_{T1}, G_{T2} : Hệ số tăng ích của anten phát theo phương trực tiếp và phản xạ
 k : hệ số sóng ($k = 2\pi/\lambda$)
 \bar{R} : Hệ số phản xạ phức từ mặt đất $R = R_m e^{j\theta}$ R : môđul, θ : góc sai pha

11 Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng.

- Cường độ điện trường tại điểm thu**
 - Do $h_t, h_r \ll r$ nên $G_{T1} = G_{T2} = G_T$ và $r_1 = r_2 = r$
 - Trong tính toán pha: $\Delta r = r_2 - r_1 \approx \lambda$ không bỏ qua được
- Cường độ điện trường do tia trực tiếp:**

$$E_1 = \frac{245\sqrt{P_{T(kW)}G_T}}{r_{(km)}} e^{j\omega t} \quad (mV / m) \quad (2.4)$$
- Cường độ điện trường do tia phản xạ**

$$E_2 = R \frac{245\sqrt{P_{T(kW)}G_T}}{r_{(km)}} e^{j(\omega t - \theta - \Delta r \frac{2\pi}{\lambda})} \quad (mV / m) \quad (2.5)$$
- Điện trường tổng:**

$$E = E_1 + E_2 = \frac{245\sqrt{P_{T(kW)}G_T}}{r_{(km)}} \left[1 + R e^{-j(\theta + \Delta r \frac{2\pi}{\lambda})} \right] e^{j\omega t} \quad (mV / m) \quad (2.6)$$

12 Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng.

- Cường độ điện trường tại điểm thu**
 - $\beta = \theta + k \cdot \Delta r$: góc sai pha toàn phần
- Chuyển sang dạng hàm lượng giác:**

$$1 + R \cdot e^{-j\beta} = 1 + R \cdot \cos \beta - jR \sin \beta = \sqrt{1 + 2R \cos \beta + R^2} \cdot e^{-j\varphi} \quad (2.7)$$

$$\tan \varphi = \frac{R \cdot \sin \beta}{1 + R \cdot \cos \beta}$$
- Điện trường tổng tại điểm thu:**

$$E = \frac{245 \sqrt{P_{T(kW)}} G_T \cdot \sqrt{1 + 2R \cos \beta + R^2}}{r_{(km)}} \cdot e^{j(\omega t - \varphi)} \quad (mV / m) \quad (2.8)$$
- Điện trường hiệu dụng**

$$E_h = \frac{173 \sqrt{P_{T(kW)}} G_T}{r_{(km)}} \cdot \sqrt{1 + 2R \cos \beta + R^2} \quad (mV / m) \quad (2.9)$$

13 Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng.

- Cường độ điện trường tại điểm thu**
 - Hệ số suy giảm trong trường hợp mặt đất phẳng

$$F = \sqrt{1 + 2R \cos \beta + R^2} = F(\beta) \quad (1 - R \leq F \leq 1 + R) \quad (2.10)$$
- Với tuyến xác định: $h_t, h_r, \lambda, \theta$ có thể xác định cự ly thông tin r để có hệ số suy giảm đạt cực trị
 - Cực đại tại: $(\theta + k\Delta r) = 2n\pi$ với $n = 1, 2, \dots$
 - Cực tiểu tại: $(\theta + k\Delta r) = (2n + 1)\pi$ với $n = 1, 2, \dots$

14 Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng.

- Cường độ điện trường tại điểm thu
 - Hiệu số đường đi giữa hai tia Δr

$$r_1^2 = AB^2 = (h_r - h_t)^2 + r^2$$

$$r_2^2 = (AB')^2 = (h_r + h_t)^2 + r^2$$

$$r_2^2 - r_1^2 = (r_2 - r_1)(r_2 + r_1) \Rightarrow \Delta r = \frac{r_2^2 - r_1^2}{r_2 + r_1}$$

$$\Delta r = \frac{2h_t h_r}{r} \quad (m) \quad (2.11)$$

Hình 2.5: Hiệu số đường đi của 2 tia

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

15

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng.

- Cường độ điện trường tại điểm thu
 - Do $r \gg h_t, h_r \rightarrow$ góc tới của tia phản xạ $\approx 90^\circ$, hệ số phản xạ $R \approx 1$, $\theta \approx 180^\circ$

$$F = \sqrt{1 + 2R \cos \beta + R^2}$$

$$F = \sqrt{1 + 2R \cos \left(\theta + \frac{4\pi h_t h_r}{r\lambda} \right) + R^2}$$

$$F = \sqrt{2 - 2 \cos \left(\frac{4\pi h_t h_r}{r\lambda} \right)} = 2 \left| \sin \left(\frac{2\pi h_t h_r}{r\lambda} \right) \right| \quad (2.12)$$
- Điện trường tổng hợp - Công thức giao thoa đơn giản

$$E_h = \frac{346 \sqrt{P_{T(kW)} G_T}}{r_{(km)}} \cdot \left| \sin \left(\frac{2\pi h_{t(m)} h_{r(m)}}{r_{(m)} \lambda_{(m)}} \right) \right| \quad (mV / m) \quad (2.13)$$

$$E = \frac{490 \sqrt{P_{T(kW)} G_T}}{r_{(km)}} \cdot \left| \sin \left(\frac{2\pi h_{t(m)} h_{r(m)}}{r_{(m)} \lambda_{(m)}} \right) \right| e^{j(\omega t - \varphi)} \quad (mV / m) \quad (2.14)$$

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

16

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng.

- Cường độ điện trường tại điểm thu
 - Xác định điểm giao thoa đạt cực trị
 - Cực đại:

$$\left| \sin\left(\frac{2\pi h_t h_r}{r\lambda}\right) \right| = 1 \Leftrightarrow \sin\left(\frac{2\pi h_t h_r}{r\lambda}\right) = \pm 1$$

$$\frac{2\pi h_t h_r}{r\lambda} = (2n+1) \cdot \frac{\pi}{2} \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

$$r_{n_max} = \frac{4h_t h_r}{(2n+1)\lambda} \quad (m) \quad (2.15)$$
 - Cực tiểu:

$$\sin\left(\frac{2\pi h_t h_r}{r\lambda}\right) = 0 \Leftrightarrow \frac{2\pi h_t h_r}{r\lambda} = (n+1) \cdot \pi \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

$$r_{n_min} = \frac{2h_t h_r}{(n+1)\lambda} \quad (m) \quad (2.16)$$

17 Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng.

- Cường độ điện trường tại điểm thu
 - Công thức Vvedenski (Vvedenski - USSR)
 - Với $\alpha < \frac{\pi}{9}$, $\sin \alpha = \alpha$ (rad) hay $h_t h_r < r \cdot \lambda / 18$ thì

$$\sin \frac{2\pi h_t h_r}{\lambda r} \approx \frac{2\pi h_t h_r}{\lambda r} \quad (2.17)$$
 - Ta có:

$$F = \frac{4\pi h_t h_r}{\lambda r} \quad (2.18)$$

$$E_h = \frac{2,17 \sqrt{P_{T(kW)} G_T} \cdot h_{t(m)} h_{r(m)}}{r_{(km)}^2 \lambda_{(m)}} \quad (mV / m) \quad (2.19)$$

Công thức Vvedenski xác định cường độ điện trường hiệu dụng tại cự ly:

$$r > \frac{18h_t h_r}{\lambda}$$

18 Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng.

- Cường độ điện trường tại điểm thu

$$E_h = \frac{346\sqrt{P_{T(kW)}G_T}}{r_{(km)}} \left| \sin\left(\frac{2\pi h_{t(m)}h_{r(m)}}{r_{(m)}\lambda_{(m)}}\right) \right| \quad (mV / m)$$

- Các trường hợp đặc biệt

- a) $\sin \frac{2\pi h_t h_r}{\lambda r} = 0,5 \Rightarrow h_t h_r = \frac{\lambda r}{12}$

Cường độ trường tại điểm thu bằng cường độ trường của tia trực tiếp

- b) $\sin \frac{2\pi h_t h_r}{\lambda r} = 1 \Rightarrow h_t h_r = \frac{\lambda r}{4}$

Cường độ trường tại điểm thu bằng 2 lần cường độ trường của tia trực tiếp



Nội dung

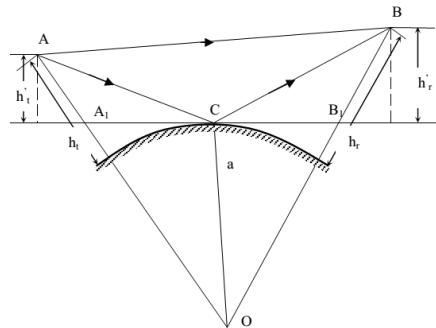
- 2.1 Tổng Quát
- 2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng
- 2.3 Ảnh hưởng của độ cong trái đất
- 2.4 Ảnh hưởng của địa hình
- 2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu
- 2.6 Pha đing và các biện pháp chống
- 2.7 Câu hỏi và bài tập



2.3 Ảnh hưởng của độ cong trái đất

• Ảnh hưởng đến tuyến thông tin

- Hiệu số đường đi của tia trực tiếp và tia phản xạ thay đổi
- Điểm phản xạ lỗi nên có tính tán xạ → Hệ số phản xạ nhỏ
- Hạn chế tầm nhìn trực tiếp giữa Anten thu và Anten phát



Hình 2.6: Mô hình truyền sóng trong trường hợp tính đến độ cong của mặt đất



2.3 Ảnh hưởng của độ cong trái đất

• Cự ly nhìn thấy trực tiếp

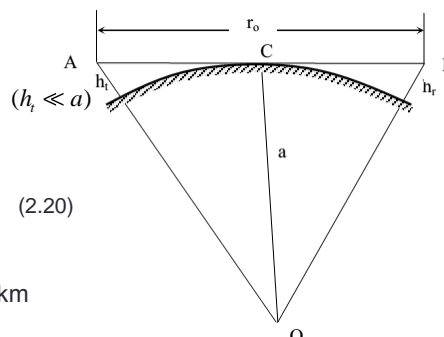
- Là cự ly lớn nhất có thể nhìn thấy được với độ cao của anten: h_t, h_r

$$r_0 = AC + CB$$

$$AC = \sqrt{(a + h_t)^2 - a^2} = \sqrt{2ah_t + h_t^2} \approx \sqrt{2ah_t} \quad (h_t \ll a)$$

$$CB = \sqrt{(a + h_r)^2 - a^2} \approx \sqrt{2ah_r} \quad (h_r \ll a)$$

$$r_0 = \sqrt{2a}(\sqrt{h_t} + \sqrt{h_r}) \quad (m) \quad (2.20)$$



- Công thức thực nghiệm $a = 6370 \text{ km}$

$$r_0 = 3,57 \left(\sqrt{h_{t(m)}} + \sqrt{h_{r(m)}} \right) \quad (km) \quad (2.21)$$

Hình 2.7: Cự ly nhìn thấy trực tiếp



2.3 Ảnh hưởng của độ cong trái đất

• Cường độ trường tại điểm thu

- Quá trình truyền sóng ở cự ly nhỏ hơn cự ly nhìn thấy trực tiếp
- Chiều cao của anten xác định bằng chiều cao giả định h'_i và h'_r
- Giá trị chiều cao của anten giả định xác định bằng hệ số bù m (tra theo bảng hoặc đồ thị - phụ thuộc hệ địa lý)

$$h'_i, h'_r = mh_i h_r \quad (2.22)$$

$$\Delta r = \frac{2mh_i h_r}{r} \quad (m) \quad (2.23)$$


$$F = \frac{4\pi mh_i h_r}{\lambda r} \quad (2.24)$$

$$E_h = \frac{2,17 \sqrt{P_{T(kW)} G_T} \cdot mh_{i(m)} h_{r(m)}}{r_{(km)}^2 \lambda_{(m)}} \quad (mV/m) \quad (2.25)$$



Nội dung

- 2.1 Tổng Quát
- 2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng
- 2.3 Ảnh hưởng của độ cong trái đất
- **2.4 Ảnh hưởng của địa hình**
- 2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu
- 2.6 Pha đing và các biện pháp chống
- 2.7 Câu hỏi và bài tập


www.ptit.edu.vn

TRUYỀN SÓNG & ANTEN

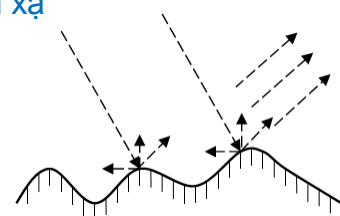
2.4 Ảnh hưởng của địa hình

- **Độ gồ ghề của mặt đất tới tia phản xạ**
 - Hiện tượng tán xạ
 - Tiêu chuẩn Rayleigh

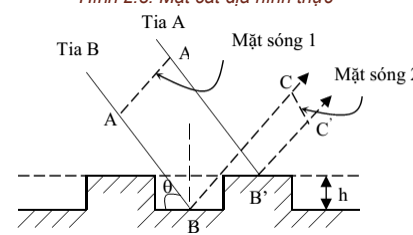
$$h < \frac{\lambda}{8 \sin \theta} \quad (m) \quad (2.26)$$

h: độ cao của mặt đất phẳng
giả định so với mặt đất thực
 θ : góc tới tại điểm phản xạ

- Khi tiêu chuẩn Rayleigh được thỏa mãn
 - Tia phản xạ không bị tán xạ
 - Mặt đất được coi là phẳng




Hình 2.8: Mặt cắt địa hình thực



Hình 2.9: Mô hình tiêu chuẩn Rayleigh

25

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
 Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1


www.ptit.edu.vn

TRUYỀN SÓNG & ANTEN

Nội dung

- 2.1 Tổng Quát
- 2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng
- 2.3 Ảnh hưởng của độ cong trái đất
- 2.4 Ảnh hưởng của địa hình
- **2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu**
- 2.6 Pha đing và các biện pháp chống
- 2.7 Câu hỏi và bài tập

26

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
 Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



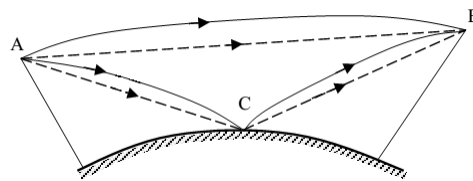
2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu

• Chiết suất (n) và chỉ số chiết suất (N)

$$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon'} = 1 + \frac{\epsilon' - 1}{2} \quad (2.27)$$

$$N = 10^6(n - 1)$$

- Chiết suất của tầng đối lưu $n \approx 1$ nên trong tính toán để chính xác ta sử dụng chỉ số chiết suất N
- Tầng đối lưu không đồng nhất \rightarrow chiết suất thay đổi theo không gian và thời gian
- Sự thay đổi của chiết suất theo độ cao ảnh hưởng tới quá trình truyền sóng. Khúc xạ khí quyển \rightarrow quỹ đạo truyền sóng bị bẻ cong



Hình 2.9: Mô hình tiêu chuẩn Rayleigh

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng

Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

27



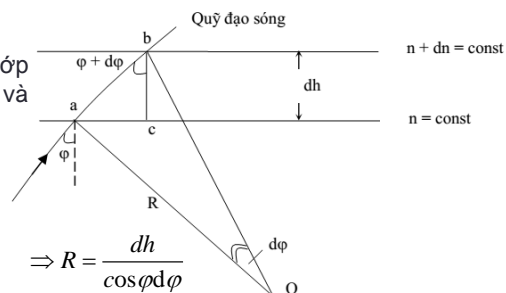
2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu

• Bán kính cong của sóng

- Chia tầng đối lưu thành từng lớp mỏng đồng nhất với độ dày dh và chiết suất thay đổi một lượng dn

$$R = \frac{ab}{d\varphi}$$

$$ab = \frac{dh}{\cos(\varphi + d\varphi)} \approx \frac{dh}{\cos\varphi} \quad (d\varphi \ll \varphi) \Rightarrow R = \frac{dh}{\cos\varphi d\varphi}$$



Hình 2.9: Bán kính cong của sóng

$$n \sin \varphi = (n + dn) \cdot \sin(\varphi + d\varphi) \Leftrightarrow \cos \varphi d\varphi = -\frac{\sin \varphi dn}{n}$$

$$\Rightarrow R = \frac{n}{\sin \varphi \left(-\frac{dn}{dh} \right)} \quad \left. \begin{array}{l} (h_r, h_r \ll r \Rightarrow \varphi = 90^\circ, n = 1) \end{array} \right\} \Rightarrow R = \frac{1}{-\frac{dn}{dh}} = \frac{10^6}{-\frac{dN}{dh}} \quad (2.28)$$

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng

Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

28



2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu

• Bán kính cong của sóng

- $\frac{dN}{dh} > 0 \rightarrow R < 0 \rightarrow$ Cong lên
- $\frac{dN}{dh} < 0 \rightarrow R > 0 \rightarrow$ Cong xuống
- $\frac{dN}{dh} = 0 \rightarrow R = \infty \rightarrow$ Truyền thẳng



29

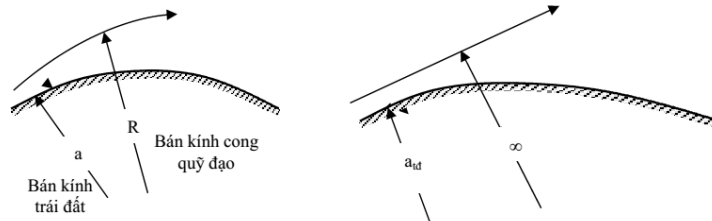
Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu

• Bán kính tương đương của trái đất

- Bán kính thực của trái đất $a = 6370$ km, tia sóng truyền với bán kính cong $R \leftrightarrow$ Sóng truyền thẳng $R = \infty$ với bán kính tương đương a_{td}



Hình 2.9: Bán kính cong quỹ đạo và bán kính trái đất tương ứng

30

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn

TRUYỀN SÓNG & ANTEN

2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu

- **Bán kính tương đương của trái đất**
 - Bán kính thực của trái đất $a = 6370 \text{ km}$, tia sóng truyền với bán kính cong $R \leftrightarrow$ Sóng truyền thẳng $R = \infty$ với bán kính tương đương a_{td}
 - Thỏa mãn: Độ cong tương đối giữa tia sóng và mặt đất không đổi.

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{R} = \frac{1}{a_{td}} - \frac{1}{\infty} \quad \Leftrightarrow \quad a_{td} = \frac{a}{1 - \frac{a}{R}} = \frac{a}{1 + a \frac{dN}{dh} \cdot 10^{-6}} \quad (2.29)$$

- Ví dụ:

$$\frac{dN}{dh} = -4 \cdot 10^{-2} \text{ (m}^{-1}\text{)} \quad \Leftrightarrow \quad a_{td} = 8500 \text{ km}$$

31

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
 Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn

TRUYỀN SÓNG & ANTEN

2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu

- **Hệ số cong của tia sóng k**

$$k = \frac{a_{td}}{a} = \frac{1}{1 + a \frac{dN}{dh} \cdot 10^{-6}} \quad (2.29)$$

- **Cự ly nhìn thấy trực tiếp**

$$r_0' = \sqrt{2ka} \left(\sqrt{h_t} + \sqrt{h_r} \right) \quad (m) \quad (2.30)$$

- **Độ cao giả của anten**

$$h' = h - \frac{(A_1 C)^2}{2ak} \quad (2.32)$$

32

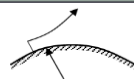

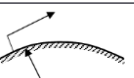
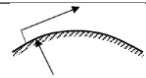
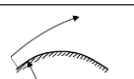
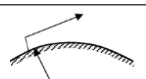
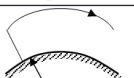
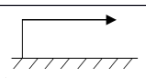
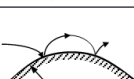
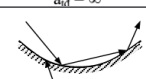
Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
 Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

PTIT

www.ptit.edu.vn

TRUYỀN SÓNG & ANTEN

2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu

| Loại khúc xạ | $\frac{dN}{dH}$ (1/m) | R(m) | a_{ud} (m) | Quĩ đạo thực tế | Quĩ đạo tương đương |
|-----------------|--------------------------|---------------------|----------------------|---|---|
| Khúc xạ âm | > 0 | < 0 | $< 6,378 \cdot 10^6$ |  |  |
| Không khúc xạ | 0 | ∞ | $6,378 \cdot 10^6$ |  |  |
| Khúc xạ thường | -0,04 | $2,5 \cdot 10^7$ | $8,5 \cdot 10^6$ |  |  |
| Khúc xạ tới hạn | -0,157 | $6,37 \cdot 10^6$ | ∞ |  |  |
| Siêu khúc xạ | $< -0,157$ | $< 6,37 \cdot 10^6$ | < 0 |  |  |

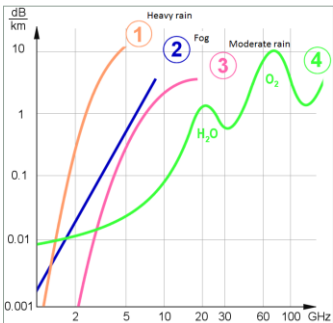
Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng

Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

33

33

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
BỘ MÔN: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

| www.ptit.edu.vn | | TRUYỀN SÓNG & ANTEN | | | | | | | |
|--|--|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| 2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Hấp thụ sóng trong tầng đối lưu <ul style="list-style-type: none"> Năng lượng SĐT bị hấp thụ bởi không khí, mưa, sương mù Sự hấp thụ phụ thuộc vào tần số và thay đổi theo không gian, thời gian Hấp thụ phân tử: <ul style="list-style-type: none"> Chủ yếu do nước và oxy Phụ thuộc nhiều vào tần số, đặc biệt tăng nhanh với tần số > 10 GHz | | | | | | | | | |
| | | | |  | | | | | |
| <p>Hình 2.10: Hệ số hấp thụ SĐT vs tần số</p> <p>Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng BỘ MÔN: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1</p> | | | | | | | | | |

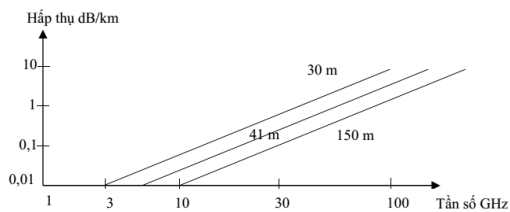
34



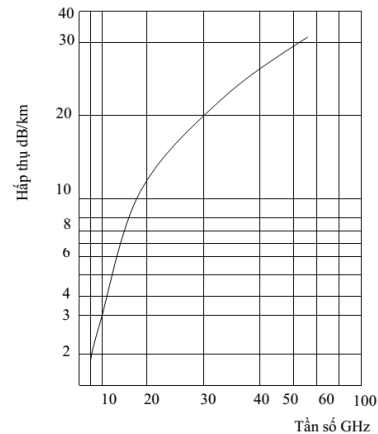
2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu

• Hấp thụ sóng trong tầng đối lưu

- Hấp thụ bởi mưa và sương mù
 - Phụ thuộc vào cường độ mưa (mm/h), tần số (tăng nhanh với $F > 6\text{GHz}$)
 - Hấp thụ do sương mù phụ thuộc tần số và tầm nhìn xa của anten
 - Gây thay đổi phân cực sóng



Hình 2.11: Hệ số hấp thụ vs tần số và tầm nhìn xa



Hình 2.12: Hệ số hấp thụ SĐT vs tần số (cường độ mưa 100 mm/h)



Nội dung

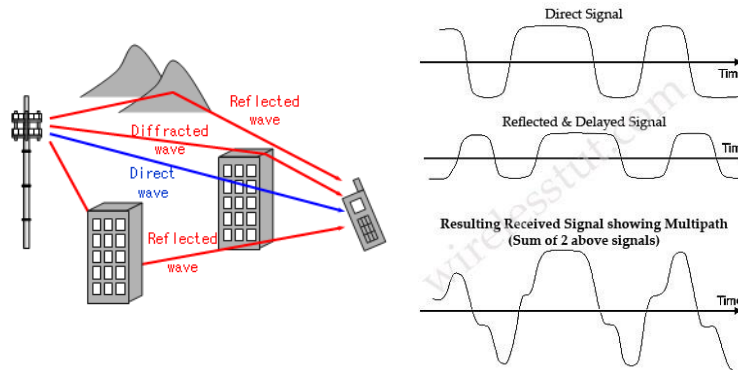
- 2.1 Tổng Quát
- 2.2 Truyền lan trong giới hạn nhìn thấy trực tiếp với điều kiện lý tưởng
- 2.3 Ảnh hưởng của độ cong trái đất
- 2.4 Ảnh hưởng của địa hình
- 2.5 Ảnh hưởng của tầng đối lưu
- 2.6 Pha đing và các biện pháp chống
- 2.7 Câu hỏi và bài tập



2.6 Phadinh và các biện pháp chống

• Định nghĩa

- phadinh – Fading: Hiện tượng do các nguyên nhân đường truyền mà tín hiệu tại điểm thu sai khác so với tín hiệu phát đi.



Hình 2.13: phadinh

37

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

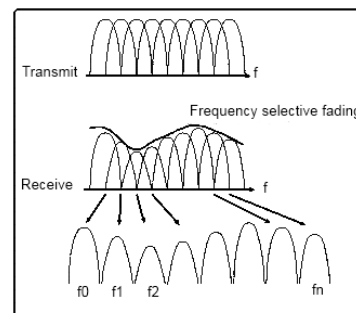


2.6 Phadinh và các biện pháp chống

• Phân loại

• Miền tần số:

- phadinh phẳng: băng sóng ảnh hưởng của kênh truyền lớn hơn băng thông của tín hiệu truyền. Hay nói cách khác là ảnh hưởng của kênh truyền là đồng đều với mọi tần số của tín hiệu truyền. Chủ yếu xuất hiện ở các hệ thống không dây với tốc độ chậm hoặc trung bình do băng thông nhỏ.
- phadinh chọn lọc tần số: băng sóng ảnh hưởng của kênh truyền nhỏ hơn băng thông của tín hiệu truyền → các phần của phổ tần số của tín hiệu bị ảnh hưởng ở những mức khác nhau



Hình 2.14: phadinh chọn lọc tần số

38

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

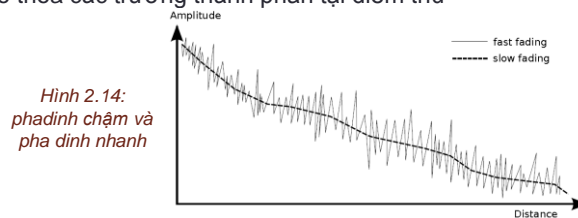


2.6 Phadinh và các biện pháp chống

• Phân loại

• Miền thời gian:

- phadinh chậm: Sự thay đổi biên độ và pha của tín hiệu bởi ảnh hưởng của kênh truyền có thể coi một cách tương đối là ổn định trong khoảng thời gian sử dụng. phadinh chậm thường được gây ra bởi hiện tượng che tối (Shadowing), do các vật cản lớn như đồi núi, hay các tòa nhà trên đường truyền tín hiệu
- phadinh nhanh: Sự thay đổi của biên độ và pha biến thiên đáng kể trong thời gian sử dụng. Thường được gây ra bởi đa đường dẫn đến giao thoa các trường thành phần tại điểm thu



Hình 2.14:
phadinh chậm và
pha dnh nhanh



2.6 Phadinh và các biện pháp chống

• Các biện pháp chống phadinh

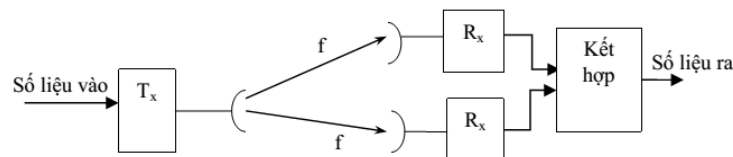
- Thụ động: thiết kế máy thu tự loại trừ các tác động của phadinh
- Chủ động:
 - Sử dụng Anten có hướng tính cao
 - Đặt Anten tại các độ cao thích hợp
 - Sử dụng các biện pháp phân tập anten:
 - Phân tập tần số
 - Phân tập không gian
 - Phân tập thời gian
 - Phân tập phân cực
 - Phân tập góc
 - Kết hợp các biện pháp ...



2.6 Phادين và các biện pháp chống

• Các biện pháp chống phادين

- **Phân tập không gian:** sử dụng hai hay nhiều anten thu hoặc phát đồng thời 1 tín hiệu trên cùng một kênh truyền
 - Khoảng cách giữa 2 anten lớn hơn 5 lần bước sóng để đảm bảo tín hiệu đi trên hai kênh không tương quan nhau
 - Do hai kênh độc lập nên không bị phادين đồng thời => Kết hợp tín hiệu từ các anten để nhận được tín hiệu tốt
- Là phương pháp sử dụng phổ biến, chống được cả phادين phẳng và phادين lựa chọn, thường sử dụng phân tập không gian thu



Hình 2.14: Phân tập không gian

41

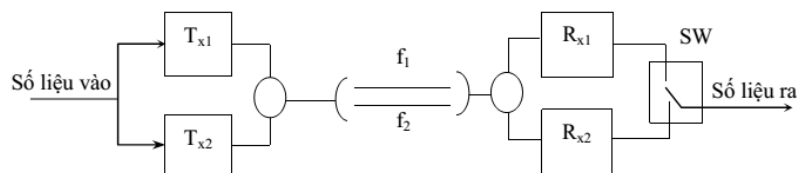
Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



2.6 Phادين và các biện pháp chống

• Các biện pháp chống phادين

- **Phân tập tần số:** truyền cùng một tín hiệu bằng 2 hay nhiều tần số khác nhau trong cùng một dải tần
 - Các tần số đảm bảo không tương quan phادين với nhau
 - Tạo nên hai kênh vô tuyến độc lập
 - Do hai kênh độc lập nên không bị phادين đồng thời => Kết hợp tín hiệu từ các anten để nhận được tín hiệu tốt
- Phương pháp này sử dụng không hiệu quả tần số, phức tạp trong cấu hình, hiệu quả trong chống phادين lựa chọn tần số



Hình 2.15: Phân tập tần số

42

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



2.6 Phadinh và các biện pháp chống

• Các biện pháp chống phadinh

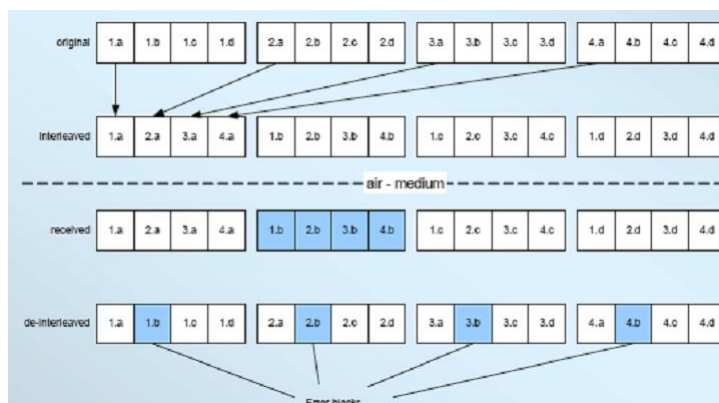
- **Phân tập thời gian:**
 - Phadinh sâu xảy ra trong thời gian ngắn gây lỗi cụm
- **Phân tán thời gian tín hiệu phát để khắc phục lỗi cụm**
 - Phân tán các lỗi trong khoảng thời gian rộng hơn => Duy trì chất lượng truyền dẫn trung bình ở giá trị đảm bảo yêu cầu
- Thực hiện bằng kỹ thuật đan xen tín hiệu trước khi phát
- Hiệu quả trong chống lỗi khối, được sử dụng phổ biến



2.6 Phadinh và các biện pháp chống

• Các biện pháp chống phadinh

- **Phân tập thời gian:**



Hình 2.15: Phân tập thời gian



2.7 Câu hỏi và bài tập

9. Cho đường truyền có các thông số sau: Công suất bức xạ 15 W, bước sóng công tác 35 cm, hệ số hướng tính của anten phát là 100, độ cao của anten phát và anten thu lần lượt là 80 m và 20 m, cự ly đường truyền là 10 km. Với $R = 0,91$ và $\theta = 180^\circ$ khi sóng phân cực ngang và $R = 0,68$; $\theta = 180^\circ$ khi sóng phân cực đứng. Xác định hệ số suy giảm?
(a) 0,42 và 0,44; (b) 0,52 và 0,54; (c) 0,62 và 0,64; (d) 0,72 và 0,74

10. Số liệu như bài 9, xác định cường độ điện trường hiệu dụng tại điểm thu?
(a) 10 mV/m và 11,5 mV/m; (b) 11 mV/m và 10,5 mV/m; (c) 11 mV/m và 11,5 mV/m;
(d) 10,5 mV/m và 11,5 mV/m

11. Số liệu như bài 9, xác định tổn hao truyền sóng biết hệ số hướng tính của anten thu là 100.
(a) 76,78 dB và 76,45 dB; (b) dB; (c) 76,78 dB và 80,45 dB; (d) 80,78 dB và 80,45 dB

12. Xác định hệ số suy giảm khi đường truyền có các tham số: công suất máy phát 50 W, bước sóng công tác 10 cm, hệ số khuếch đại anten phát 60, độ cao anten phát 25 m, anten thu 10 m, cự ly truyền sóng 10 km, hệ số phản xạ $R = 1$ và $\theta = 180^\circ$
(a) 1,62; (b) 1,72; (c) 1,82; (d) 2

13. Số liệu như bài 12, xác định cường độ điện trường tại điểm thu?
(a) 115,34 $\mu\text{V/m}$; (b) 125,34 $\mu\text{V/m}$; (c) 115,34 mV/m; (d) 125,34 mV/m



2.7 Câu hỏi và bài tập

14. Số liệu như bài 12 nhưng bước sóng công tác là 1m. Hãy xác định cường độ điện trường tại điểm thu?
(a) 15 mV/m; (b) 16 mV/m; (c) 9.3 mV/m; (d) 18 mV/m

15. Một anten phát được đặt ở độ cao 49m và anten thu được đặt ở độ cao 25m. Khoảng cách tầm nhìn thẳng của hai anten này là giá trị nào dưới đây?
(a) 35,8 km; (b) 42,8 km; (c) 45,8 km; (d) 50,8 km

16. Một anten phát được đặt ở độ cao 30m và anten thu được đặt ở độ cao 15m. Khoảng cách tầm nhìn thẳng của hai anten này là giá trị nào dưới đây?
(a) 27,4 km; (b) 30,4 km; (c) 33,4 km; (d) 35,4 km

17. Anten phát vô tuyến truyền hình đặt ở độ cao 64m. Tính độ cao của anten thu tại một điểm đặt cách xa đài phát đó một khoảng 50 km để có thể thu được tín hiệu.
(a) 2 m; (b) 2,5 m; (c) 3 m; (d) 36 m

18. Xác định bán kính cong của tia sóng khi đi trong tầng đối lưu đối lưu tiêu chuẩn?
(a) $2 \cdot 10^6$ m; (b) $2,5 \cdot 10^6$ m; (c) $2 \cdot 10^7$ m; (d) $2,5 \cdot 10^7$ m