



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 3:

**TRUYỀN LAN SÓNG TRONG
THÔNG TIN DI ĐỘNG**

2

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



www.ptit.edu.vn

TRUYỀN SÓNG & ANTEN

Nội dung

- 3.1 Đặc trưng truyền sóng vô tuyến di động
- 3.2 Đặc tính kênh vô tuyến di động
- 3.3 Các loại phadinh phạm vi hẹp
- 3.4 Phân bố Rayleigh và Rice
- 3.5 Các mô hình kênh vô tuyến di động
- 3.6 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

- 3.1 Đặc trưng truyền sóng vô tuyến di động
- 3.2 Đặc tính kênh vô tuyến di động
- 3.3 Các loại phadinh phạm vi hẹp
- 3.4 Phân bố Rayleigh và Rice
- 3.5 Các mô hình kênh vô tuyến di động
- 3.6 Câu hỏi và bài tập

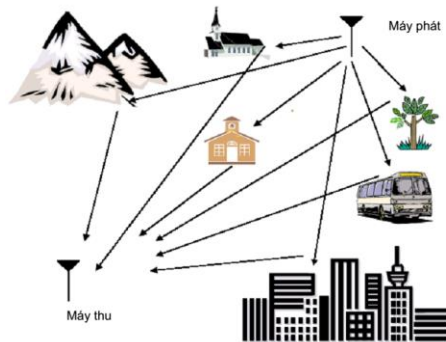
4
Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



3.1 – Đặc trưng truyền sóng vô tuyến di động

• Đặc điểm

- Đặc tính của kênh vô tuyến di động ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng truyền dẫn và dung lượng
 - Phản xạ
 - Nhiễu xạ
 - Tán xạ
 - Hiệu ứng Doppler
 - Suy hao phạm vi rộng
 - Ảnh hưởng phạm vi hẹp



Hình 3.1: Truyền sóng vô tuyến



3.1 – Đặc trưng truyền sóng vô tuyến di động

• Đặc điểm

- Các yếu tố hạn chế từ môi trường truyền vô tuyến:
 - Suy hao: tăng theo khoảng cách từ 50dB – 150 dB
 - Che tối: Do các vật cản lớn trên đường truyền làm suy giảm tín hiệu
 - Phán xạ đa đường: Tín hiệu trực tiếp, phản xạ, nhiễu xạ, tán xạ, giao thoa với nhau gây méo tín hiệu (thay đổi cường độ tín hiệu) Nhiễu giao thoa giữa các ký hiệu ISI, InterSymbol Interference, do phân tán thời gian.
 - Nhiễu: Trùng tần số (CCI – CoChannel Interference), kênh lân cận (ACI – Adjacent Channel Interference)



3.1 – Đặc trưng truyền sóng vô tuyến di động

• Ảnh hưởng phạm vi rộng

- Suy hao xảy ra do khoảng cách đường truyền (d) và vật cản lớn giữa máy phát và máy thu (shadowing hay slow fading)

$$PL \approx \frac{P_T}{P_R} \quad PL \sim (d)^n \quad (3.1)$$

- n : số mũ suy hao đường truyền
- Vùng thành phố n : 3,8 – 4,5
- Vùng nông thôn n : 2,5 – 3
- Free space n : 2



3.1 – Đặc trưng truyền sóng vô tuyến di động

• Ảnh hưởng phạm vi hẹp

- Do ảnh hưởng của phản xạ, tán xạ, nhiễu xạ dẫn đến đa đường dẫn đến các hiệu ứng:
 - Trải trễ (Delay Spread)**: Số đo trễ do hiệu độ dài đường truyền của các đường truyền sóng
 - Trải góc (Angle Spread)**: Số đo độ dịch góc của các đường truyền không trực tiếp so với đường truyền trực tiếp
 - Trải Doppler (Doppler Spread)**: Số đo về tốc độ thay đổi kênh gây ra do sự chuyển động của máy phát và (hoặc) máy thu so với các vật thể tán xạ trong môi trường truyền sóng đa đường.

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

3.1 – Đặc trưng truyền sóng vô tuyến di động

- Đặc tính ngẫu nhiên của kênh
 - Các kênh vô tuyến mang tính ngẫu nhiên

Tính chọn lọc không gian của kênh

a) $r (m)$

Tính chọn lọc tần số của kênh

b) $f (MHz)$

Tính chọn lọc thời gian của kênh

c) $t (ms)$

Hình 3.2: Tính chất kênh trong các miền không gian, tần số và thời gian

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

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

Nội dung

- 3.1 Đặc trưng truyền sóng vô tuyến di động
- 3.2 Đặc tính kênh vô tuyến di động
- 3.3 Các loại fading phạm vi hẹp
- 3.4 Phân bố Rayleigh và Rice
- 3.5 Các mô hình kênh vô tuyến di động
- 3.6 Câu hỏi và bài tập

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



3.2 – Đặc tính của kênh vô tuyến di động

• Miền không gian

• Tổn hao đường truyền (Path Loss) PL hay L_p

- Phụ thuộc khoảng cách: Công suất thu trung bình giảm so với khoảng cách theo hàm logarit

$$PL \sim (d)^n \quad (3.2)$$

- Mô hình tổn hao đường truyền bao gồm nhiều tham số, tại một khoảng cách d xác định thì PL là một quá trình ngẫu nhiên có phân bố log chuẩn quanh giá trị trung bình

$$PL(d)[dB] = \overline{PL(d)} + X_\sigma = \overline{PL(d_0)} + 10n \lg\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_\sigma \quad (3.3)$$

$\overline{PL(d)}$: Tổn hao đường truyền trung bình tại khoảng cách d

X_σ : Biến ngẫu nhiên phân bố Gauss, trung bình "0", phương sai σ

d_0 : khoảng cách tham chuẩn thu phát

n : số mũ tổn hao đường truyền



3.2 – Đặc tính của kênh vô tuyến di động

• Miền tần số

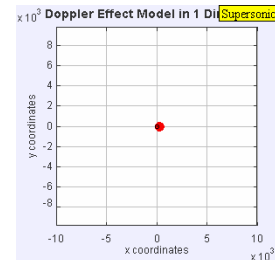
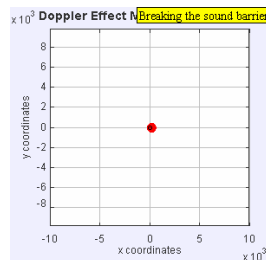
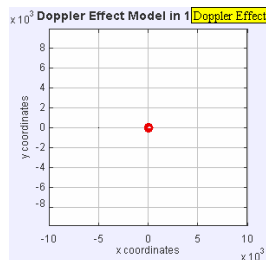
• Hiệu ứng Doppler

$$f = \left(\frac{c + v_r}{c + v_s} \right) f_0 \quad (3.4) \quad \text{Khi } c \gg v \quad \approx \quad f = \left(1 + \frac{\Delta v}{c} \right) f_0$$

$$f_d = \frac{\Delta v}{c} f_0 \quad (3.5)$$

c: vận tốc truyền sóng; v_r : vận tốc máy thu; v_s : vận tốc máy phát

f: tần số thu; f_0 : tần số phát; f_d : độ dịch tần số gây ra bởi hiệu ứng Doppler



Hình 3.3: Hiệu ứng Doppler



3.2 – Đặc tính của kênh vô tuyến di động

• Miền tần số

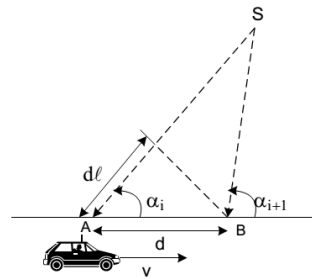
• Hiệu ứng Doppler

$$f_i = f_d \cos \alpha_i \quad (3.6)$$

$$f_{i\max} = f_d \quad \text{Khi } \alpha = 0$$

$$f_{i\min} = -f_d \quad \text{Khi } \alpha = \pi$$

$$f_i = 0 \quad \text{Khi } \alpha = \pi/2$$



Hình 3.4: Hiệu ứng Doppler với góc α



3.2 – Đặc tính của kênh vô tuyến di động

• Miền tần số

• Điều biến tần số:

• Hiệu ứng Doppler \Rightarrow dịch tần số Doppler f_d

$$f = f_d \cos \alpha = \frac{v}{c} f_0 \cos \alpha = \frac{v}{\lambda} \cos \alpha \quad (3.6)$$

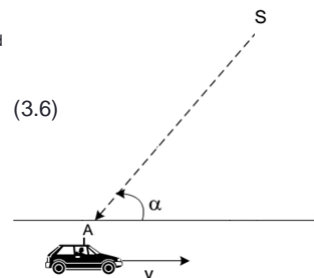
$$f_R = f_0 + f$$

v : vận tốc của máy di động (MS)

c : vận tốc truyền sóng

f_0 : tần số phát

f_R : tần số thu



• Tín hiệu đa đường từ các phương khác nhau làm tăng độ rộng băng tần tín hiệu, gọi là trải phổ doppler

• Chọn lọc tần số:

- Một số đoạn phổ của tín hiệu qua kênh chọn lọc tần số bị ảnh hưởng nhiều hơn
- Phasinh chọn lọc tần số



3.2 – Đặc tính của kênh vô tuyến di động

• Miền tần số

• Điều biến tần số:

- Hiệu ứng Doppler => dịch tần số Doppler f_d

$$(3.6) \quad f = f_d \cos \alpha = \frac{v}{c} f_0 \cos \alpha = \frac{v}{\lambda} \cos \alpha$$

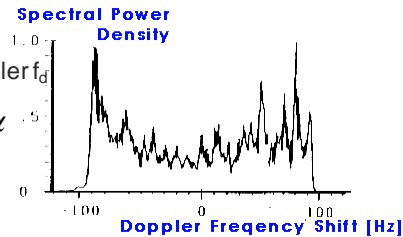
$$f_R = f_0 + f$$

v : vận tốc của máy di động (MS)

c : vận tốc truyền sóng

f_0 : tần số phát

f_R : tần số thu



Hình 3.5: measured Doppler spread at 1800 MHz. Doppler spread = 60.3 Hz

- Tín hiệu đa đường từ các phương khác nhau làm tăng độ rộng băng tần tín hiệu, gọi là trải phổ doppler

• Chọn lọc tần số:

- Một số đoạn phổ của tín hiệu qua kênh chọn lọc tần số bị ảnh hưởng nhiều hơn
- Phadinh chọn lọc tần số



3.2 – Đặc tính của kênh vô tuyến di động

• Miền thời gian

- Ảnh hưởng của kênh vô tuyến thay đổi theo thời gian (phadinh chọn lọc thời gian)
- Ảnh hưởng bởi đa đường => phân tán thời gian (tán thời hay trải trễ)
- Ảnh hưởng nghiêm trọng đến các hệ thống tốc độ cao.
- Biểu diễn tín hiệu thu:

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) \cdot h(t - \tau) d\tau = x(t) * h(t, \tau) \quad (3.7)$$

$x(t)$: tín hiệu phát

τ : trễ đa đường

$h(t - \tau)$: đáp ứng xung với trễ τ



3.2 – Đặc tính của kênh vô tuyến di động

• Miền thời gian

- Trải trễ trung bình quân phương, RDS (Root mean square Delay Spread)

$$\sigma_\tau = \sqrt{\overline{\tau^2} - \bar{\tau}^2} \quad (3.8)$$

$$\bar{\tau} = \frac{\sum_k P(\tau_k) \tau_k}{\sum_k P(\tau_k)} \quad (3.9) \quad \overline{\tau^2} = \frac{\sum_k P(\tau_k) \tau_k^2}{\sum_k P(\tau_k)} \quad (3.10)$$

$P(\tau_k)$: Công suất trung bình đa đường với trễ τ_k

$\bar{\tau}$: Trễ trôi trung bình

$\overline{\tau^2}$: Moment bậc hai của lý lịch trễ công suất

- RDS biểu thị trễ so với đường đến sớm nhất (LOS – Line of Sight)
- Đánh giá ảnh hưởng của ISI (InterSymbol Interference)

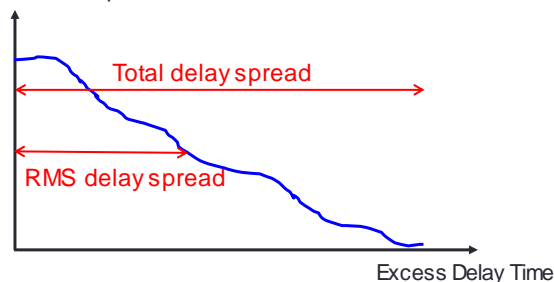


3.2 – Đặc tính của kênh vô tuyến di động

• Miền thời gian

- Trải trễ trung bình quân phương, RDS (Root mean square Delay Spread)

Expected Power per Unit of time



Hình 3.6: RMS delay spread

- Tránh được ISI khi chu kỳ tín hiệu dài hơn khoảng 10 lần RDS
- 0,2 μ s nông thôn – 3 μ s nội thị – 0,5 μ s ngoại ô



3.2 – Đặc tính của kênh vô tuyến di động

• Miền thời gian

• Trễ trội cực đại:

- Trễ trội cực đại tại, X dB, là trễ thời gian mà ở đó năng lượng đa đường giảm X dB so với năng lượng cực đại.

• Thời gian nhất quán T_C (Coherence time):

- Là thời gian mà ở đó kênh có tương quan rất mạnh đến tín hiệu thu
- T_C : Xác định đặc tính tĩnh của kênh, các tín hiệu truyền qua kênh chịu ảnh hưởng của fading như nhau (không phụ thuộc thời gian, kênh fading chậm)



3.2 – Đặc tính của kênh vô tuyến di động

• Quan hệ các thông số trong các miền khác nhau

• Băng thông nhất quán và trải trễ trung bình quân phương

- Băng thông nhất quán, Coherence Bandwidth, B_c , là dải tần mà kênh có đặc tính tĩnh theo tần số, tác động của kênh lên các thành phần phổ trong dải tần đều như nhau
- Với hàm tương quan tần số (Frequency correlation function) là 0,5


$$B_{c,50} = \frac{1}{5\sigma_r} \quad (3.11)$$

- Với hàm tương quan tần số là 0,9

$$B_{c,90} = \frac{1}{50\sigma_r} \quad (3.12)$$

• Thời gian nhất quán và trải Doppler

$$T_C \approx \frac{1}{f_d} \quad f_d = \frac{v}{\lambda} \quad (3.13)$$



www.ptit.edu.vn
TRUYỀN SÓNG & ANTEN

Nội dung

- 3.1 Đặc trưng truyền sóng vô tuyến di động
- 3.2 Đặc tính kênh vô tuyến di động
- **3.3 Các loại phading phạm vi hẹp**
- 3.4 Phân bố Rayleigh và Rice
- 3.5 Các mô hình kênh vô tuyến di động
- 3.6 Câu hỏi và bài tập

21

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


www.ptit.edu.vn
TRUYỀN SÓNG & ANTEN


3.3 – Các loại phading phạm vi hẹp

- **Phân loại phading phạm vi hẹp (Small-Scale fading)**
 - Dựa trên trải trễ đa đường (Multipath time delay spread)
 - Là thông số miền thời gian, làm méo tín hiệu do trễ và gây phading chọn lọc tần số (ảnh hưởng lên đặc tính kênh miền tần số)
 - **Phading phẳng**
 - **Phading chọn lọc tần số**
 - Dựa trên trải Doppler (Doppler spread)
 - Là thông số miền tần số, dẫn đến tán tần và phading chọn lọc thời gian (ảnh hưởng lên đặc tính kênh miền thời gian)
 - Phading chậm
 - Phading nhanh
 - Phân loại phading ngoài phụ thuộc vào trễ đa đường và băng thông nhất quán còn phụ thuộc và đặc điểm của tín hiệu bao gồm chu kỳ tín hiệu và độ rộng băng tần tín hiệu

➔ Lựa chọn tín hiệu phù hợp sẽ cải thiện được hiệu năng truyền dẫn

22

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


www.ptit.edu.vn
TRUYỀN SÓNG & ANTEN

3.3 – Các loại phading phạm vi hẹp


- Phân loại phading phạm vi hẹp (Small-Scale fading)

Cơ sở phân loại	Điều kiện	Loại Phading
Trải trễ đa đường	$B_s \ll B_c \mid T_s > 10\sigma_\tau$	Phading phẳng
	$B_s > B_c \mid T_s < 10\sigma_\tau$	Phading chọn lọc tần số
Trải Doppler	$T_s > T_c \mid B_s < f_d$	Phading nhanh
	$T_s \ll T_c \mid B_s \gg f_d$	Phading chậm

B_s : Độ rộng băng tần tín hiệu
 B_c : Băng thông nhất quán
 f_d : Trải Doppler cực đại
 T_s : Chu kỳ tín hiệu
 σ_τ : Trải trễ trung bình quân phương

23

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


www.ptit.edu.vn
TRUYỀN SÓNG & ANTEN

Nội dung

- 3.1 Đặc trưng truyền sóng vô tuyến di động
- 3.2 Đặc tính kênh vô tuyến di động
- 3.3 Các loại phading phạm vi hẹp
- **3.4 Phân bố Rayleigh và Rice**
- 3.5 Các mô hình kênh vô tuyến di động
- 3.6 Câu hỏi và bài tập

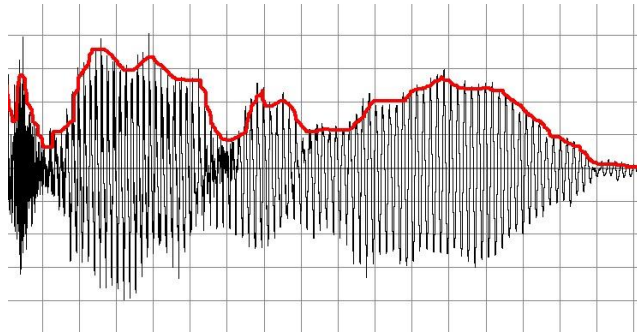
24

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



3.4 – Các phân bố Rayleigh và Rice

- Đường bao tín hiệu (signal envelope)
 - Đường nối điện áp đỉnh của các thành phần tín hiệu thu được



Hình 3.8: Đường bao tín hiệu



3.4 – Các phân bố Rayleigh và Rice

- Phân bố phadinh Rayleigh
 - Là phân bố đường bao đa đường một thành phần tín hiệu đơn lẻ
 - Là phân bố đường bao của tổng hai tín hiệu có phân bố Gauss vuông góc
 - Hàm mật độ xác suất, PDF

$$p(r) = \begin{cases} \frac{r}{\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}, & 0 \leq r \leq \infty \\ 0, & r < 0 \end{cases} \quad (3.14)$$

r : Điện áp đường bao tín hiệu thu

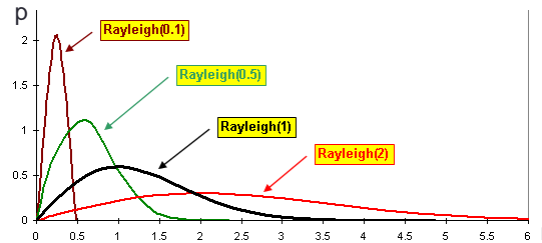
σ : Giá trị trung bình quân phương của từng thành phần của tín hiệu thu

σ^2 : Công suất trung bình theo thời gian của tín hiệu thu



3.4 – Các phân bố Rayleigh và Rice

• Phân bố phadinh Rayleigh



Hình 3.9: Phân bố Rayleigh với các giá trị $\sigma = 0.1 - 2$

- Giá trị trung bình của phân bố Rayleigh

$$r_{tb} = E[r] = \int_0^{\infty} r p(r) dr = \sigma \sqrt{\frac{\pi}{2}} = 1,253\sigma \quad (3.15)$$

- Phương sai (thể hiện thành phần công suất xoay chiều trong đường bao)

$$\sigma_r^2 = E[r^2] - E[r]^2 = \int_0^{\infty} r^2 p(r) dr - \frac{\sigma^2 \pi}{2} = \sigma^2 \left(2 - \frac{\pi}{2} \right) = 0,4292\sigma^2 \quad (3.16)$$



3.4 – Các phân bố Rayleigh và Rice

• Phân bố phadinh Rice

- Là phân bố đường bao phadinh phạm vi hẹp, nhận được khi tín hiệu thu có thành phần ổn định vượt trội (phần lớn nằm trong LoS)
- Các thành phần đa đường xếp chồng lên tín hiệu vượt trội
- Hàm mật độ xác suất, PDF

$$p(r) = \begin{cases} \frac{r}{\sigma^2} e^{-\frac{(r^2 + A^2)}{2\sigma^2}} I_0\left(\frac{Ar}{\sigma^2}\right), & A \geq 0, r \geq 0 \\ 0 & r < 0 \end{cases} \quad (3.17)$$

$$I_0(y) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{y \cos t} dt$$

A: biên độ đỉnh của tín hiệu vượt trội

I_0 : Hàm Bessel cải tiến loại một bậc không



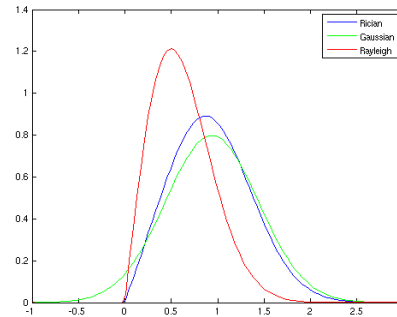
3.4 – Các phân bố Rayleigh và Rice

• Phân bố phadinh Rice

- Phân bố Rice thường được mô tả bằng thừa số K

$$K = \frac{\text{Công suất trong đường vượt trội}}{\text{Công suất trong đường tán xạ}} = \frac{A^2}{2\sigma^2} \quad (3.18)$$

- $A \rightarrow 0, K \rightarrow -\infty$: Kênh suy thoái thành kênh Rayleigh – Thành phần trực tiếp giảm cường độ
- $A \rightarrow \infty, K \rightarrow \infty$: Kênh tiến triển thành kênh Gauss – Chỉ còn thành phần trực tiếp



Hình 3.10: So sánh các phân bố Rice, Rayleigh và Gauss



Nội dung

- 3.1 Đặc trưng truyền sóng vô tuyến di động
- 3.2 Đặc tính kênh vô tuyến di động
- 3.3 Các loại phadinh phạm vi hẹp
- 3.4 Phân bố Rayleigh và Rice
- **3.5 Các mô hình kênh vô tuyến di động**
- 3.6 Câu hỏi và bài tập



3.5 – Mô hình kênh

• Mô hình kênh trong miền thời gian

• Nguyên tắc:

- Kênh phadinh đa đường: đặc trưng toán học bằng bộ lọc tuyến tính thay đổi theo thời gian (đường trễ)
- Kênh đặc trưng bằng đáp ứng xung kim kênh

$$h(\tau, t) = \sum_{l=0}^{L-1} \beta_l(t) e^{i\theta_l(t)} \delta(\tau - \tau_l(t)), \quad l = 0, 1, \dots, L-1 \quad (3.19)$$

Với $\beta_l(t)$, $\theta_l(t)$, $\tau_l(t)$ biểu thị cho biên độ, pha và trễ đối với xung thứ l (đường truyền l);

τ : Biểu thị cho trễ, t : biểu thị cho sự thay đổi theo thời gian của bản thân cấu trúc xung kim $\delta()$ biểu thị cho hàm Delta Dirac. L : tổng số đường truyền

- Tín hiệu đầu ra tính bằng tích chập tín hiệu đầu vào kênh với đáp ứng xung kim kênh

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) h(t, \tau) d\tau = x(t) * h(t, \tau) \quad (3.20)$$

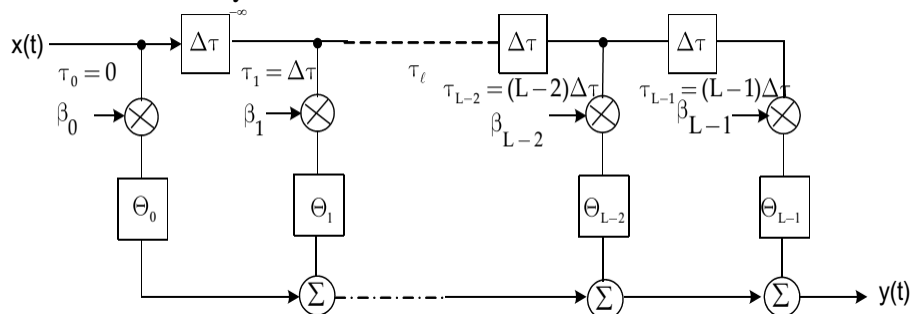


3.5 – Mô hình kênh

• Mô hình kênh trong miền thời gian

$$h(\tau, t) = \sum_{l=0}^{L-1} \beta_l(t) e^{i\theta_l(t)} \delta(\tau - \tau_l(t)), \quad l = 0, 1, \dots, L-1$$

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) h(t, \tau) d\tau = x(t) * h(t, \tau)$$



Hình 3.11: Mô hình kênh vô tuyến di động bằng đường trễ đa nhánh



3.5 – Mô hình kênh

• Mô hình kênh trong miền thời gian

• Các thông số kênh

- Lý lịch trễ công suất, Power delay profile (PDP): là một hàm rút ra từ đáp ứng xung kim

$$p(\tau) = \sum_{l=0}^{L-1} p_l^2 \delta(\tau - \tau_l) \quad (3.21)$$

- Công suất thu chuẩn hóa:

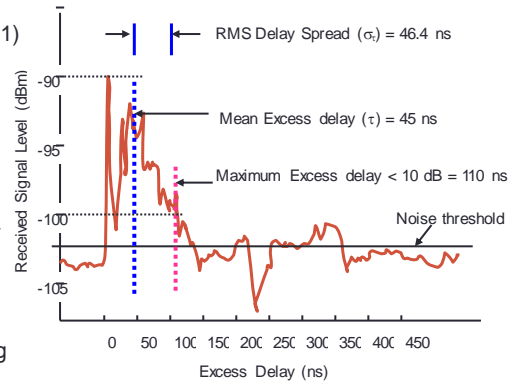
$$p_0 = \sum_l p_l^2$$

- Tỉ số K:

$$K = \frac{p_{l,\max}}{p_0 - p_{l,\max}}$$

- Trải trễ trung bình quân phương

$$\sigma_\tau = \sqrt{\tau^2 - \tau^2}$$



Hình 3.12: Biểu đồ lý lịch trễ công suất PDP

33

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



3.5 – Mô hình kênh

• Mô hình kênh trong miền tần số

• Nguyên tắc:

- Sự thay đổi thời gian trễ τ dẫn đến thay đổi tần số f' , nghĩa là tán thời của kênh khiến kênh mang tính chọn lọc tần số
- Thực hiện biến đổi Fourier đáp ứng xung kim kênh trong miền thời gian

$$H(f', t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau, t) e^{-j2\pi f' \tau} d\tau = \sum_{l=0}^{L-1} \beta_l(t) e^{-j[2\pi f' \tau_l(t) + \theta_l(t)]} \quad (3.22)$$

Với đáp ứng xung kim kênh

$$h(\tau, t) = \sum_{l=0}^{L-1} \beta_l(t) e^{i\theta_l(t)} \delta(\tau - \tau_l(t)), \quad l = 0, 1, \dots, L-1$$

34

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



3.6 Câu hỏi và bài tập

18. Xét một máy phát phát xạ sóng mang có tần số 1850 MHz. Máy di động được đặt trên xe ô tô chạy vận tốc 80 km/giờ. Tính tần số sóng mang tại máy thu khi máy di động tiến thẳng đến máy phát?

(a) 1850,000010 MHz; (b) 1850, 000120 MHz; (c) 1850,000137MHz

19. (Tiếp). Tính tần số sóng mang tại máy thu khi máy di động rời xa máy phát

(a) 1850,000118MHz; (b) 1850,000220MHz; (c) 1849,999863MHz

20. (Tiếp). Tính tần số sóng mang tại máy thu khi máy di động chuyển động vuông góc với phương sóng tới.

(a) 1850,000118MHz; (b) 1850,000220MHz; (c) 1849,999863MHz; (d) 1850 MHz

21. Giả thiết đáp ứng xung kim kênh được sử dụng để lập mô hình cho các kênh vô tuyến với trễ trễ lớn nhất là 100 μ s. Nếu số nhánh trễ được cố định là 64. Tìm $\Delta\tau$ của mô hình đường trễ đa nhánh.

(a) 1,3 μ s; (b) 1,56 μ s; (c) 1,5625 μ s; (d) 1,625 μ s



3.6 Câu hỏi và bài tập

22. Một đường truyền có lý lịch trễ công suất sau:

τ_k (μ s)	0	1	2	5
$P_k(\tau_k)$ (dB)	-20	-10	-10	0

Tính trễ trễ trung bình?

(a) 3,5 μ s; (b) 4 μ s; (c) 4,38 μ s; (d) 5,12 μ s

23. (tiếp) Tính moment bậc hai của lý lịch trễ công suất.

(a) 18,07 μ s²; (b) 19,07 μ s²; (c) 20,07 μ s²; (d) 21,07 μ s²

24. (tiếp). Tính trễ trễ trung bình quân phương.

(a) 1,02 μ s; (b) 1,2 μ s; (c) 1,27 μ s; (d) 1,37 μ s

25. (tiếp). Tính băng thông nhất quán khi tương quan tần số nhỏ nhất là 0,5.

(a) 126KHz; (b) 136KHz; (c) 146KHz; (d) 156 KHz